

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

---

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
IM GEBIET DES PATENTWESSENS

# PCT

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>WO 959</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5--	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/EP 00/ 08338</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>25/08/2000</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>28/08/1999</b>
Anmelder <b>GÜNTHER HEISSKANALTECHNIK GMBH...</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

### 1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

### 4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

### 5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der Zeichnungen ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☐ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☒ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 IPK 7 H05B3/48 B29C45/27

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

### B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H05B B29C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

### C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 451 974 A (GELLERT JOBST U) 5. Juni 1984 (1984-06-05) Spalte 2, Zeile 19 - Spalte 5, Zeile 16; Abbildung 1	1,24
A	US 5 136 141 A (TRAKAS PANOS) 4. August 1992 (1992-08-04) Spalte 5, Zeile 30 - Zeile 57; Abbildungen 7,8	1,24
A	US 5 180 594 A (TRAKAS PANOS) 19. Januar 1993 (1993-01-19) Spalte 7, Zeile 59 - Spalte 9, Zeile 18; Abbildungen 7,8	1,24

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung; die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. November 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

16/11/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Taccoen, J-F

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 388 242 A (AXIOMATICS CORP) 19. September 1990 (1990-09-19) Spalte 4, Zeile 33 -Spalte 5, Zeile 26; Abbildung 1 ---	1,24
A	DE 30 01 017 A (STEGMEIER HEINZ) 16. Juli 1981 (1981-07-16) das ganze Dokument; Abbildung 1 -----	1,24

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

EP 00/08338

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4451974	A	05-06-1984	CA 1177214 A	06-11-1984
			AT 16986 T	15-01-1986
			DE 3361509 D	30-01-1986
			EP 0093231 A	09-11-1983
			JP 1637666 C	31-01-1992
			JP 2063052 B	27-12-1990
			JP 58185236 A	28-10-1983
US 5136141	A	04-08-1992	NONE	
US 5180594	A	19-01-1993	US 5052100 A	01-10-1991
EP 0388242	A	19-09-1990	US 4922082 A	01-05-1990
			CA 2012284 A	17-09-1990
			DE 69009250 D	07-07-1994
			DE 69009250 T	08-09-1994
DE 3001017	A	16-07-1981	NONE	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/08338

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H05B3/48 B29C45/27

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H05B B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)  
EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 451 974 A (GELLERT JOBST U) 5 June 1984 (1984-06-05) column 2, line 19 -column 5, line 16; figure 1	1,24
A	US 5 136 141 A (TRAKAS PANOS) 4 August 1992 (1992-08-04) column 5, line 30 - line 57; figures 7,8	1,24
A	US 5 180 594 A (TRAKAS PANOS) 19 January 1993 (1993-01-19) column 7, line 59 -column 9, line 18; figures 7,8	1,24
A	EP 0 388 242 A (AXIOMATICS CORP) 19 September 1990 (1990-09-19) column 4, line 33 -column 5, line 26; figure 1	1,24
-/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Δ\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 November 2000

Date of mailing of the international search report

16/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Tacoen, J-F

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No  
PCT/EP 00/08338

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>DE-30-01-017-A-(STEGMEIER-HEINZ)  16 July 1981 (1981-07-16)  the whole document; figure 1</p>	1,24

# INTERNATIONALEI RECHERCHENBERICHT

In. nationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/08338

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H05B3/48 B29C45/27

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H05B B29C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 451 974 A (GELLERT JOBST U) 5. Juni 1984 (1984-06-05) Spalte 2, Zeile 19 - Spalte 5, Zeile 16; Abbildung 1	1,24
A	US 5 136 141 A (TRAKAS PANOS) 4. August 1992 (1992-08-04) Spalte 5, Zeile 30 - Zeile 57; Abbildungen 7,8	1,24
A	US 5 180 594 A (TRAKAS PANOS) 19. Januar 1993 (1993-01-19) Spalte 7, Zeile 59 - Spalte 9, Zeile 18; Abbildungen 7,8	1,24
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. November 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

16/11/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Taccoen, J-F



## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 388 242 A (AXIOMATICS CORP) 19. September 1990 (1990-09-19) Spalte 4, Zeile 33 -Spalte 5, Zeile 26; Abbildung 1	1,24
A	DE 30 01 017 A (STEGMEIER HEINZ) 16. Juli 1981 (1981-07-16) das ganze Dokument; Abbildung 1	1,24

# INTERNATIONALER RESEARCHBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/08338

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4451974 A	05-06-1984	CA 1177214 A	06-11-1984
		AT 16986 T	15-01-1986
		DE 3361509 D	30-01-1986
		EP 0093231 A	09-11-1983
		JP 1637666 C	31-01-1992
		JP 2063052 B	27-12-1990
		JP 58185236 A	28-10-1983
US 5136141 A	04-08-1992	KEINE	
US 5180594 A	19-01-1993	US 5052100 A	01-10-1991
EP 0388242 A	19-09-1990	US 4922082 A	01-05-1990
		CA 2012284 A	17-09-1990
		DE 69009250 D	07-07-1994
		DE 69009250 T	08-09-1994
DE 3001017 A	16-07-1981	KEINE	

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

REC'D 19 SEP 2001

WIPO PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)


Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts WO 959	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/08338	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 25/08/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 28/08/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H05B3/48		
Anmelder GÜNTHER HEISSKANALTECHNIK GMBH...		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
  - ☐ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt Blätter.

- Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  16/03/2001	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  17.09.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Tasiaux, B  Tel. Nr. +49 89 2399 2555



**I. Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):  
**Beschreibung, Seiten:**

1-13                      ursprüngliche Fassung

**Patentansprüche, Nr.:**

1-46                      ursprüngliche Fassung

**Zeichnungen, Blätter:**

1/7-7/7                      ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/08338

☐ Beschreibung,      Seiten:

☐ Ansprüche,      Nr.:

☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

### 1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-46
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-46
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-46
	Nein: Ansprüche	

### 2. Unterlagen und Erklärungen siehe Beiblatt

## VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:  
siehe Beiblatt

## VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:  
siehe Beiblatt

**Zu Punkt V**

**Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

Hierbei wird angenommen, daß die Klarheitmängel (siehe Punkt VIII) behoben wurden.

**Anspruch 1 :** Keines der vorhandenen Dokumente offenbart eine Heizung gemäß Anspruch 1. Die beanspruchte Anordnung ist neu und erfinderisch, denn, obwohl Schichtheizungen und Heizungsschichten per se bekannt sind, sind solche Schichten üblicherweise nicht verwendet, um die Heizung eines Rohres zu bilden. Keines der vorhandenen Dokumente bietet irgendeinen Hinweis, daß die im Anspruch 1 beschriebene Struktur irgendeinen Vorteil hätte, und insbesondere, daß sie eine form- und kraftschlüssig integrierte elektrische Heizvorrichtung bilden würde, die bei kompakten Abmessungen mechanisch nicht lösbar auf einer Wandung eines Rohres ist und selbst extremen mechanischen und/oder thermischen Belastungen dauerhaft standhält.

Der Gegenstand des Anspruchs 1 erfüllt daher die Erfordernisse des Art. 33 (2), (3) PCT.

**Ansprüche 2-21 :** Diese Ansprüche betreffen vorteilhafte Ausgestaltungen des Anspruchs 1 und erfüllen daher auch die Erfordernisse des Art. 33 (2), (3) PCT.

**Ansprüche 22-23 :** Diese Ansprüche betreffen die Verwendung einer Heizung nach Anspruch 1 und erfüllt daher auch die Erfordernisse des Art. 33 (2), (3) PCT.

**Ansprüche 24 :** Dieser Anspruch betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Heizung nach Anspruch 1 und erfüllt daher auch die Erfordernisse des Art. 33 (2), (3) PCT.

**Ansprüche 25-46 :** Diese Ansprüche betreffen vorteilhafte Ausgestaltungen des Anspruchs 24 und erfüllen daher auch die Erfordernisse des Art. 33 (2), (3) PCT.

**Zu Punkt VII**

**Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung**

Während der regionalen Phase sollten die folgenden Bemerkungen im Betracht genommen werden :

Die Beschreibung ist an die einzureichenden Ansprüche (siehe Punkt VIII) anzupassen. Bei der Überarbeitung der Anmeldung, insbesondere des einleitenden Teils einschließlich der Darstellung der Aufgabe oder der Vorteile der Erfindung, sollte darauf geachtet werden, daß kein Sachverhalt hinzugefügt wird, der über den Inhalt der Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgeht (Artikel 34(2)(b) PCT).

Für jede neue Patentanspruch sollte der Ort der ursprünglichen Offenbarung der einzelnen Anspruchsmerkmale jeweils angegeben werden, um Einwände gegen Artikel 34(2)(b) PCT zu vermeiden und das weitere Prüfungsverfahren zu beschleunigen.

**Zu Punkt VIII**

**Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung**

Falls neue Ansprüche während der regionalen Phase eingereicht werden, sollten die folgenden Einwände im Betracht genommen werden :

1. Anspruch 1 ist unklar.
  - 1.1 Die Formulierung "Flachschichtheizung" ist unklar, insbesondere wenn in Betracht gezogen wird, daß diese Schichten, auf einem Rohr aufgebracht werden müssen, das per Definition rund und nicht flach ist.
  - 1.2 Anscheinend besteht die Schichtheizung aus zwei Schichten 20 und 22. Es ist unklar und von der Beschreibung nicht gestützt, wie die beiden Schichten simultan "stoffschlüssig" auf der(selben) Rohrwandung aufgebracht werden könnten, wie aus Anspruch 1 implizit hervorgeht.

- 1.3 Ferner ist Anspruch 1 auch unklar, da sein Gegenstand durch die folgenden Merkmale gekennzeichnet ist, die nicht zur Erfindung gehören : Wandung des Rohrs des Strömungskanals.

Um die Erfordernisse des Art. 6 PCT zu erfüllen, sollte die Vorrichtung per se durch detaillierte bauliche Merkmale gekennzeichnet werden.

Da Schichtheizungen und Heizungsschichten per se bekannt sind, und da eine oder mehreren Schichten nicht allein in der Luft hängen können und auf irgendeinem Substrat/Wandung aufgebracht werden müssen, müssen sie in Verbindung mit einem solchen Substrat/Wandung definiert werden.

Es wird deshalb empfohlen, der Gegenstand der Ansprüche 1- 21 als die Kombination eines Heizungssystems mit der Wandung eines Kanalrohrs zu definieren.

- 1.4 Im Anspruch 1 sollte angegeben werden, daß die Schicht, die "stoffschlüssig" auf der Wandung des Rohres aufgebracht ist, eine Dielektrikumschicht ist, siehe die Beschreibung, Seite 2, letzten Absatz, sowie Art. 6 in Verbindung mit Regel 6.3(a) und (b) PCT.
2. Im Anspruch 16 steht das Merkmal, "wobei (wenigstens) eine Kontaktschicht unterhalb der Dielektrikumschicht oder zwischen der Dielektrikumschicht und der Heizschicht vorgesehen ist", mit den Merkmalen des Anspruchs 1 im Widerspruch, da nach Anspruch 1 die Dielektrikumschicht bzw. die Heizschicht "stoffschlüssig" auf der Rohrwandung bzw. der Dielektrikumschicht aufgebracht sein sollte. Eine solche Formulierung schließt irgendeine Zwischenschicht aus.
3. Im Anspruch 17 ist unklar, ob der Widerstand ein elektrischer oder thermischer Widerstand ist.
4. Gleiche Einwände sind gegen die entsprechenden Verfahrensansprüche zu erheben.



**Translation**

**PATENT COOPERATION TREATY**

**PCT**

**INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT**

(PCT Article 36 and Rule 70)

10/06949.8

4

Applicant's or agent's file reference <b>WO 959</b>	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. <b>PCT/EP00/08338</b>	International filing date (day/month/year) <b>25 August 2000 (25.08.00)</b>	Priority date (day/month/year) <b>28 August 1999 (28.08.99)</b>
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC <b>H05B 3/48</b>		
Applicant <b>GÜNTHER HEISSKANALTECHNIK GMBH</b>		

<p>1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>6</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p><input type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of _____ sheets.</p>	
<p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <p>I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report</p> <p>II <input type="checkbox"/> Priority</p> <p>III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p>IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p>VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited</p> <p>VII <input checked="" type="checkbox"/> Certain defects in the international application</p> <p>VIII <input checked="" type="checkbox"/> Certain observations on the international application</p>	

**RECEIVED**  
JUN - 5 2002  
TECHNOLOGY CENTER R3700

Date of submission of the demand <b>16 March 2001 (16.03.01)</b>	Date of completion of this report <b>17 September 2001 (17.09.2001)</b>
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

**I. Basis of the report****1. With regard to the elements of the international application:\***☐ the international application as originally filed☒ the description:pages 1-13, as originally filed

pages \_\_\_\_\_, filed with the demand

pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

☒ the claims:pages 1-46, as originally filed

pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19

pages \_\_\_\_\_, filed with the demand

pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

☒ the drawings:pages 1/7-7/7, as originally filed

pages \_\_\_\_\_, filed with the demand

pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

☐ the sequence listing part of the description:

pages \_\_\_\_\_, as originally filed

pages \_\_\_\_\_, filed with the demand

pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

**2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.**

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).**3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:**☐ contained in the international application in written form.☐ filed together with the international application in computer readable form.☐ furnished subsequently to this Authority in written form.☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.**4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:**☐ the description, pages \_\_\_\_\_☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_**5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\***

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP 00/08338

**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement****1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1-46	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-46	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-46	YES
	Claims		NO

**2. Citations and explanations**

It is assumed that the points relating to lack of clarity (see Box VIII) have been resolved.

**Claim 1:** None of the available documents discloses a heating element as per Claim 1. The claimed arrangement is novel and inventive because, although layered heating elements and heating-element layers are known per se, such layers are not normally used to provide heating for pipes. None of the available documents gives any indication that the structure described in Claim 1 might have any benefits or, specifically, that it could provide a positive and non-positive integrated electrical heating device, which despite its compact dimensions is not mechanically separable from the wall of a pipe and is capable of continuously withstanding even extreme mechanical and/or thermal stresses.

The subject matter of Claim 1 therefore meets the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

**Claims 2-21:** These claims concern advantageous configurations of Claim 1 and therefore also meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

RECEIVED

JUN - 5 2002

TECHNOLOGY CENTER R3700

**Claims 22-23:** These claims relate to the use of a heating element as per Claim 1 and therefore also meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

**Claim 24:** This claim relates to a method for manufacturing a heating element as per Claim 1 and therefore also meets the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

**Claims 25-46:** These claims relate to advantageous configurations of Claim 24 and therefore also meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

## VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

The following remarks should be taken into consideration during the regional phase:

The description should be brought into line with the claims to be submitted (see Box VIII). When revising the application, and particularly the introductory part which includes a definition of the aim or advantages of the invention, it is important to avoid the addition of substantive matter which goes beyond the content of the application in the version that was originally submitted (PCT Article 34(2)(b)).

For each new patent claim, the location of the original disclosure of the individual claim features should be specified in each case, in order to avoid objections being made on the basis of PCT Article 34(2)(b) and to speed up the subsequent examination procedure.

RECEIVED  
JUN - 5 2002  
TECHNOLOGY CENTER R3700

## VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

If new claims are submitted during the regional phase, the following objections should be taken into consideration:

1. Claim 1 is unclear.

1.1 The wording "flat layered heating element" is unclear, particularly in view of the fact that these layers will be applied to a pipe, which is by definition round and not flat.

1.2 The layered heating element appears to consist of two layers (20) and (22). It is unclear and the description does not indicate how both layers can be "bonded" simultaneously to the (same) pipe wall as implied in Claim 1.

1.3 Claim 1 is also unclear because its subject matter is characterised by the following features which do not belong to the invention: wall of the pipe of the flow channel.

In order to meet the requirements of PCT Article 6, the device per se should be characterised by detailed structural features.

Since layered heating elements and heating-element layers per se are known, and since one or several layers cannot be suspended independently in mid-air and must be mounted onto some kind of substrate/wall, they must be defined in connection with such a substrate/wall.

## VIII. Certain observations on the international application

It is therefore recommended that the subject matter of Claims 1-21 be defined as the combination of a heating system with the wall of a channel pipe.

- 1.4 It should be specified in Claim 1 that the layer to be "bonded" onto the wall of the pipe is a dielectric layer (see the final paragraph on page 2 of the description, and PCT Article 6 in conjunction with PCT Rule 6.3(a) and (b)).
2. The feature "where (at least) one contact layer is provided underneath the dielectric layer or between the dielectric layer and the heating layer" in Claim 16 contradicts the features of Claim 1, since according to Claim 1 the dielectric layer and the heating layer should be "bonded" onto the pipe wall and the dielectric layer respectively. This wording excludes the use of any intermediate layer.
3. It is unclear in Claim 17 whether the resistance is an electrical or thermal resistance.
4. The same objections are made in respect of the corresponding method claims.

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
8. März 2001 (08.03.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/17317 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>:  
B29C 45/27

H05B 3/48,

(30) Angaben zur Priorität:

199 41 038.0

28. August 1999 (28.08.1999)

DE

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/EP00/08338

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): GÜNTHER HEISSKANALTECHNIK GMBH  
[DE/DE]; Sachsenberger Strasse 3, 35066 Frankenberg  
(Eder) (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:

25. August 2000 (25.08.2000)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GÜNTHER, Herbert  
[DE/DE]; Unteraustrasse 14, 35108 Allendorf (DE).  
KRETSCHMAR, Christel [DE/DE]; Karl-Opp-Weg 17,

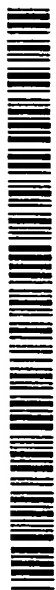
(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

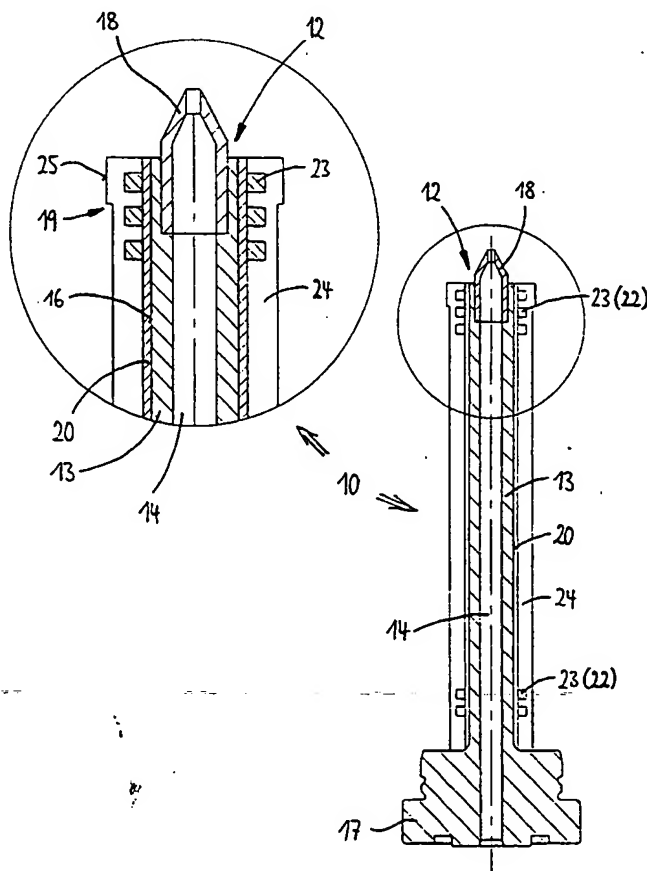
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRIC HEATING ELEMENT FOR HOT RUNNER SYSTEMS AND A METHOD FOR PRODUCING A HEAT-  
ING ELEMENT OF THIS TYPE

(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHE HEIZUNG FÜR HEISSKANALSYSTEME UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EI-  
NER SOLCHEN HEIZUNG



WO 01/17317 A1



(57) Abstract: An electric surface heating element is installed by direct application to the periphery of a cylindrical material pipe (13) of a hot runner nozzle (12). Said surface heating element consists of a ceramic dielectric layer (20) which is directly applied to the metal pipe (13) or to the wall (16) thereof, at least one layer (22) consisting of heating conductor strips (23) and an electrically insulating ceramic covering layer (24) which is applied on top of the latter. Film, or thick-coat screen printing technology are suitable as coating processes. However, thick-coat technology using round printing is preferably used for the layer construction as a whole. Alternatively, the ceramic dielectric layer (20) can be fixed to the periphery of the hot runner pipe (13) in the form of a pre-fabricated green film and subsequently baked.

(57) Zusammenfassung: Auf dem Umfang eines zylindrischen Materialrohrs (13) einer Heisskanaldüse (12) wird in Direktbeschichtung eine elektrische Flachschieheizung (10) installiert. Diese Flachschieheizung besteht aus einer unmittelbar auf das Metallrohr (13) bzw. dessen Wandung (16) aufgetragenen keramischen Dielektrikumsschicht (20), wenigstens einer Schicht (22) bestehend aus Heizleiterbahnen (23) sowie einer darüber aufgetragenen elektrisch isolierenden keramischen Abdeckschicht (24). Als Beschichtungsverfahren eignet sich die Folien- oder die Dickschicht-Siebdrucktechnik. Bevorzugt

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]





01809 Borthen (DE). OTSCHIK, Peter [DE/DE]; Zum Marktsteig 17, 01728 Possendorf (DE).

Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

(74) Anwalt: OLBRICHT, Karl; Olbricht & Buchhold, Am Weinberg 15, 35096 Weimar/Lahn (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(81) Bestimmungsstaaten (national): BR, CA, KR, MX, NO, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

verwendet man jedoch für den gesamten Schichtaufbau die Dickschichttechnik unter Verwendung der Runddrucktechnologie. Alternativ kann man die keramische Dielektrikumsschicht (20) als vorgefertigte Grünfolie auf dem Rohrumfang des Heisskanalrohres (13) fixieren und anschliessend einbrennen.

---

## Elektrische Heizung für Heißkanalsysteme und Verfahren zur Herstellung einer solchen Heizung

---

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine elektrische Heizung für Heißkanalsysteme, insbesondere für Heißkanalverteiler und/oder Heißkanaldüsen, gemäß Anspruch 1. Ferner betrifft sie ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Heizung gemäß Anspruch 24.

Elektrische Heizeinrichtungen für Heißkanalsysteme sind gewöhnlich als separate Bauelemente ausgebildet mit rohrförmigen Heizelementen, die in lösbaren Ummantelungen integriert und umfangsseitig auf die meist rohrförmigen Strömungskanäle aufsetzbar sind. Die Ummantelungen können, wie beispielsweise in DE-U1-295 07 848 oder US-PS-4,558,210 offenbart, als starre Gebilde mit an den Strömungskanal angepaßten Krümmungsradien ausgebildet sein, die durch zusätzliche Halte- bzw. Spannelemente auf dem Rohrumfang in axialer Richtung festlegbar sind. Oder Sie werden als flexible Heizstreifen bzw. -matten zwischen elektrisch isolierenden Schichten mit gegebenenfalls unterschiedlichen Wärmeleitungsvermögen ausgebildet, die auf dem Rohrumfang des Strömungskanals fixiert werden. EP-B1-0 028 153 sieht hierzu wärmeleitende Klebestreifen vor, während WO 97/03540 flexible Haltebänder mit Klett- oder Druckknopfverschlüssen verwendet.

Ein wesentlicher Nachteil der generell mechanisch lösbaren Heizvorrichtungen besteht in einem meist wenig effizienten Wärmeübergang von dem Heizelement auf den rohrförmigen Strömungskanal. Um dies zu kompensieren, ist man gezwungen, die Heizvorrichtung insgesamt größer zu dimensionieren, was zu hohen Wärmekapazitäten

führt. Die dadurch bedingten großen thermischen Massen verlängern die Aufheiz- und Abkühlphasen, wodurch sich Begrenzungen hinsichtlich erhöhter Produktivitätsraten ergeben. Darüber hinaus bestehen Probleme bei der linearen Temperaturverteilung innerhalb der Wandungen des Strömungskanals. Letztere weisen nur selten über die gesamte Länge des Strömungskanals eine konstante Temperatur auf. Insbesondere im Bereich der Düsen Spitze läßt sich nur mit relativ hohem Aufwand ein ausreichender Wärmeübergang und damit eine ausreichende Temperatur erzielen. Dies wiederum beeinflußt die gesamte Temperatureinstellung und den damit verbundenen Regelungsaufwand.

Ziel der Erfindung ist es, unter Überwindung dieser und weiterer Nachteile des Standes der Technik, eine elektrische Heizvorrichtung für Heißkanalsysteme zu schaffen, die eine generell verbesserte und individuell präzise einstellbare Wärmeübergangs- und Temperaturverteilungs-Charakteristik zwischen Heißkanalhauptteil und Düse ermöglicht. Sie soll ferner ohne größeren Steuerungsaufwand leicht zu handhaben sein.

Ein weiteres Ziel der Erfindung ist es, eine form- und kraftschlüssig integrierte elektrische Heizvorrichtung für Heißkanalsysteme zu schaffen, die bei kompakten Abmessungen mechanisch nicht lösbar auf einer einem Strömungskanal zugeordneten Wandung, beispielsweise einem Materialrohr, einem Stab, einem Verteilerarm o.dgl., aufbringbar ist und selbst extremen mechanischen und/oder thermischen Belastungen dauerhaft standhält.

Darüber hinaus besteht ein wichtiges Ziel der Erfindung darin, ein Verfahren zur Herstellung einer Heizung für Heißkanalsysteme, insbesondere für Heißkanalverteiler und/oder Heißkanaldüsen zu entwickeln, welches bei minimalem Aufwand einfach und kostengünstig durchführbar ist.

Hauptmerkmale der Erfindung sind in Anspruch 1, 22, 23 und 24 angegeben.

Bei einer elektrischen Heizung für Heißkanalsysteme, insbesondere für Heißkanalverteiler und/oder Heißkanaldüsen, ist erfindungsgemäß wenigstens eine Isolierschicht und wenigstens eine Heizleiterbahnen aufweisende Heizschicht vorgesehen, wobei die eine Flächschichtheizung bildenden Schichten mittels Direktbeschichtung stoffschlüssig auf wenigstens einer einem Strömungskanal zugeordneten Wandung aufgebracht sind.

Ein geeignetes Verfahren zum Herstellen einer solchen Heizung auf Heißkanalverteiler und/oder auf Heißkanaldüsen, sieht erfindungsgemäß vor, daß wenigstens eine Isolierschicht und wenigstens eine Heizleiterbahnen aufweisende Heizschicht mittels Direktbeschichtung stoffschlüssig auf zumindest einer einem Strömungskanal zugeordneten Wandung aufgebracht werden.

Das stoffschlüssige Aufbringen der Heizung in Schichten sorgt für eine dauerhaft feste Verbindung mit der Wandung des Strömungskanals und damit für einen festen Halt auf dem Heißkanalverteiler oder der Heißkanaldüse. Aufgrund der durch die Direktbeschichtung erzielten geringen Dickenabmessungen nimmt die Heizung insgesamt nur wenig Raum ein, so daß sich im Vergleich zu herkömmlichen Heizvorrichtungen bei nahezu gleichen Leistungsmerkmalen äußerst kompakte Bauformen realisieren lassen. Zudem kann die Leistungsdichte deutlich erhöht werden, da die Wärme direkt auf der Oberfläche des zu beheizenden Heißkanalelements erzeugt und abgenommen wird. Eine Überhitzung der meist empfindlichen Heizelemente wird zuverlässig vermieden. All dies gewährleistet zusammen mit der mechanisch nicht lösbaren Anbringung der Heizung auf der Strömungskanal-Wandung einen stets optimalen Wärmeübergang von der Heizschicht über die Isolierschicht auf die Wandung, die äußerst gleichmäßig und präzise erwärmt wird. Aufwendige Steuerungseinrichtungen, die durch thermische Massen bedingte Reaktionsverzögerungen berücksichtigen müssen, sind nicht erforderlich. Der Strömungskanal läßt sich rasch und präzise aufheizen und ebenso wieder abkühlen, was sich günstig auf den gesamten Produktionsablauf auswirkt. Die Schmelztemperatur läßt sich exakt und mit einfachen Mitteln kontrollieren.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die Heizung zuverlässig gegen Feuchtigkeitsaufnahme geschützt ist. Bei herkömmlichen Heizungen mit Rohrheizkörpern oder Wendelrohrpatronen ergeben sich durch die Feuchtigkeitsaufnahme des hygroskopischen Isoliermaterials neben Installationsproblemen auch Isolationsprobleme, da durch die eindringende Feuchtigkeit Kurzschlüsse entstehen können. Um dies zu vermeiden werden zusätzliche Regler benötigt, die bei der Inbetriebnahme der Heizung mit verminderter Heizleistung zunächst die Feuchtigkeit austreiben. Die erfindungsgemäße Heizungsanordnung braucht dies nicht. Sie ist vielmehr völlig dicht und unverlierbar mit dem Strömungskanal verbunden ist, so daß der bisher erforderliche Montage- und Regelungsaufwand vollständig entfällt. Dies wirkt sich günstig auf die Anschaffungs- und Montagekosten eines Heißkanalsystems aus.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 21 und 25 bis 46.

Ein weiteres wichtiges Merkmal der Erfindung stellt die Ausbildung einer spannungstoleranten Verbindung zwischen der keramischen Dielektrikumsschicht und dem Heißkanalrohr dar, welches bei Betriebstemperatur einer durch den Spritzgießprozeß technologisch bedingten pulsierenden Innendruckbelastung ausgesetzt wird. Diese Belastung und die zum Erreichen der Betriebstemperaturen erforderliche Erwärmung der Strömungskanal-Wandung auf Temperaturen zwischen 300 und 450 °C führen zu elastischen Dehnungsvorgängen, die unmittelbar auf die Heizung übertragen werden. Der jeweilige Grad der Verformung hängt von materialspezifischen Größen (E-Modul) und von technologischen Randbedingungen (Betriebstemperatur, Rohrwandstärke, Höhe des Innendrucks) ab. Dies kann dazu führen, daß auf dem Stahlrohr aufgebraute Schichten im Zusammenwirken der genannten Größen in unterschiedlichem Maße in den Bereich von Zugspannungen gelangen, was die Erfindung jedoch zuverlässig vermeidet.

Die bevorzugt ein Glas, eine Glaskeramik oder eine Keramik enthaltende, als keramische Dielektrikumsschicht ausgebildete Isolierschicht steht nach dem Einbrennprozeß gegenüber der dem Strömungskanal zugeordneten Wandung erfindungsgemäß unter einer definierten Druckvorspannung, so daß bei der Innendruckbelastung radienabhängig in unterschiedlicher Höhe auftretende Delaminationskräfte innerhalb der Schicht kompensiert werden. Die gesamte Heizung besitzt eine außerordentlich gute Haftfestigkeit auf der meist rohrförmigen Wandung des Strömungskanals und hält selbst extremen mechanischen und thermischen Belastungen dauerhaft stand. Dadurch sind stets optimale Produktionsergebnisse gewährleistet.

Einen weiteren wichtigen Bestandteil der erfinderischen Lösung stellt ferner die Anpassung der Einbrenntemperaturen der aufzubringenden Schichten an die Härtungs- bzw. Vergütungstemperatur der Strömungskanal-Wandung dar. Das Herstell-Verfahren läßt sich dadurch auf vielfältige Weise optimieren und auf nur wenige Verfahrensschritte reduzieren.

Die Schichten der Heizung sind erfindungsgemäß eingebrannte Folien oder eingebrannte Dickschichtpasten, die bevorzugt im Siebdruckverfahren, insbesondere im Runddruckverfahren auf den Rohrkörper der Heißkanaldüse aufgebracht werden. Dies gewährleistet eine stets gleichmäßige Verteilung der Schichten bei konstanten Schichtdicken.

Das Einbrennen der Schichten erfolgt bevorzugt im co-firing-Verfahren und bei Temperaturen, welche die erforderliche Vergütungstemperatur des Metalls nicht überschreiten. Ein bereits im Metall vorgebildeter Gefügezustand bleibt hierdurch erhalten. Erfindungsgemäß werden auch Härtungstemperaturen von der Dielektrikumsschicht toleriert, die oberhalb der Einbrenntemperatur liegen.

Die induktive Härtung des mit einer keramischen Grünfolie oder einer noch nicht eingebrannten Dickschichtpaste beschichteten Stahlrohres in Verbindung mit dem gleichzeitig ablaufenden Einbrennprozeß der keramischen Beschichtung ist für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens besonders gut geeignet, da bei diesem Prozeß der Wärmeübergang von dem induktiv erhitzten Stahlrohr ausgeht und die Erwärmung der einzubrennenden Schicht von innen her erfolgt. Auf diese Weise können die in der Dickschichtpaste enthaltenen flüchtigen organischen Komponenten wie Bindemittel und Druckträger problemlos aus dem allmählich versinternden glaskeramischen Materialsystem entweichen, ohne daß Gasreste eingeschlossen werden. Blasenbildung wird somit zuverlässig verhindert. Das Schichtgefüge wird exakt homogen ausgebildet.

Gemäß der Erfindung wird eine spannungstolerante und haftfeste Verbindung zwischen der keramischen Dielektrikumsschicht und der Strömungskanal-Wandung durch die Ausbildung einer gezielten Druckvorspannung in der keramischen Dielektrikumsschicht in der Weise ermöglicht, indem in Abhängigkeit von den oben genannten dehnungsrelevanten Kenngrößen des Heißkanalrohres fallweise eine jeweils spezifische Fehlanpassung des linearen Ausdehnungskoeffizienten der keramischen Dielektrikumsschicht  $TEC_{DE}$  an den entsprechenden Wert des metallischen Heißkanalrohres  $TEC_M$  vorgegeben wird, wobei die Differenzausdehnung  $TEC_{DE} - TEC_M$  wenigstens  $5 \cdot 10^{-6} K^{-1}$  beträgt.

Die erfindungsgemäße Dielektrikumsschicht wird durch Einbrennen eines glasig-kristallinen Materialsystems auf der Metallwandung des Strömungskanals vorzugsweise innerhalb eines Temperaturbereichs zwischen 800 und 1100 °C erhalten. Dieser Bereich entspricht den üblichen Härtungstemperaturen der meisten kommerziellen Werkzeugstahlsorten für Warmarbeit.

Darüber hinaus erhält das als Dickschichtpaste oder Grünfolie vorwiegend glasig-kristalline Materialsystem erfindungsgemäß mindestens ein vorgebildetes Glas, welches bei der jeweiligen Einbrenntemperatur die Metalloberfläche benetzt und dabei zumindest teilweise in den kristallinen Zustand übergeht. Denkbar ist allerdings auch die Verwendung einer Glaskeramik oder eines Keramik-Werkstoffs.

Zusätzlich bzw. alternativ kann das Materialsystem mindestens ein weiteres, unter Einbrennbedingungen nicht kristallisierendes Glas sowie mindestens eine a priori kristalline Verbindung enthalten, wobei durch Optimierung der Mengenanteile der vorgebildeten glasigen und kristallinen Bestandteile des Materialsystems unter Berücksichtigung ihrer jeweiligen TEC-Inkrementen unter den Bedingungen des jeweiligen Einbrennvorgangs eine keramische Dielektrikumsschicht mit einem TEC-Wert im Bereich zwischen  $5 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  und  $7 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  erhalten wird.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem Wortlaut der Ansprüche sowie aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht einer Heißkanaldüse mit einer Flachschiichtheizung,

Fig. 2 die Heizung von Fig. 1 in einer abgewickelten und teilweise aufgefalteten Darstellung,

Fig. 3 eine Schnittansicht einer anderen Ausführungsform einer Heißkanaldüse mit einer Flachschiichtheizung,

Fig. 4 die Heizung von Fig. 3 mit einem Thermofühler in abgewickelter Darstellung,

Fig. 5 eine Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform einer Heißkanaldüse mit einer Flachschiichtheizung,

Fig. 6 eine andere Art der Heizungs- und Thermofühler-Anordnung und

Fig. 7 eine noch andere Ausführungsform einer Heizung mit Thermofühler.

Die in Fig. 1 skizzierte Heißkanaldüse 12 hat als Bestandteil einer Spritzgußanlage für die thermoplastische Kunststoffverarbeitung zur Festlegung an einem (nicht dargestellten) Verteiler ein (ebenfalls nicht gezeichnetes) Gehäuse, in das ein insgesamt zylindrisches Materialrohr 13 einsetzbar ist. Ein an diesem endseitig ausgebildeter Sockel 17 schließt bündig mit dem Gehäuse ab und liegt dichtend an dem Verteiler an. In das sich in Axialrichtung längserstreckende Materialrohr 13 ist endseitig eine Düsenspitze 18 eingesetzt, vorzugsweise eingeschraubt, die den in dem Materialrohr 13 ausgebildeten Strömungskanal 14 bis an die (nicht dargestellte) Ebene eines (ebenfalls nicht sichtbaren) Formnests fortsetzt. Die Düsenspitze 18 kann auch bei gleicher Funktionsweise mit dem Materialrohr 13 einstückig sein.

Auf dem Umfang der Wandung 16 des aus Stahl gefertigten Materialrohrs 13 ist eine Heizung 10 aufgebracht. Diese ist als Flachsichtheizung ausgebildet mit einer unmittelbar auf dem Metall aufgetragenen keramischen Dielektrikumsschicht 20 als Isolationsschicht, einer darüber aufgetragenen Heizschicht 22, die – wie in Fig. 2 schematisch angedeutet – mäanderförmige Heizleiterbahnen 23 aufweisen kann, sowie einer äußeren Abdeckschicht 24, welche die Heizleiterbahnen 23 und die darunter liegende Dielektrikumsschicht 20 nach außen hin abdeckt und elektrisch isoliert. Die beliebig gestaltbaren Heizleiterbahnen 23 können je nach erforderlicher Leistung in unterschiedlicher Dichte und Anordnung auf der Isolationsschicht 20 aufgebracht sein. Hierdurch läßt sich bei Bedarf eine definierte Temperaturverteilung innerhalb des Materialrohres 13 erzielen.

Eine andere Ausführungsform einer Heißkanaldüse 12 ist in Fig. 3 dargestellt. Das Materialrohr 13 ist ohne eigene Düsenspitze 18 ausgebildet. Die Heizschicht 22 mit den Heizleiterbahnen 23 ist auf der keramischen Isolationsschicht 20 bis an das äußere freie Ende des materialführenden Rohres 13 herangeführt. In diesem Endbereich 19 bildet die Abdeckschicht 24 eine umfangsseitige Dichtfläche 25, die eine Abdichtung zu angrenzenden Bauelementen bewirkt. Auf diese Weise kann verhindert werden, daß an die nähere Umgebung ungewollt Wärme abgegeben wird. Die Ausgestaltung der Heizleiterschicht 22 ist aus Fig. 4 ersichtlich. Man erkennt, daß sich die mäanderförmig verlaufenden Heizleiterbahnen 23 in den jeweiligen Endbereichen des Materialrohrs 13 konzentrieren, d.h. im Endbereich 19 und vor dem Sockelbereich 17. Dadurch wird die extrem hoch ansetzbare Leistung bis weit in den Spitzenbereich der Düse 12 eingebracht, was eine insgesamt optimale Temperaturführung ermöglicht.



Selbst thermisch empfindliche Materialien, die ein Verarbeitungsfenster von nur wenigen Grad aufweisen, lassen sich problemlos Verarbeiten.

---

Sollte die Abdeckschicht 24 nicht in der Lage sein, die erforderlichen Dichtungsfunktionen zu übernehmen, kann das Materialrohr 13 in seinem Endbereich 19 mit einem Stahlbund 13' oder einem Flansch versehen sein, der umfangsseitig eine entsprechende Dichtfläche 25 aufweist. Die Heizung 10 ist hier – wie Fig. 5 zeigt – zwischen dem Sockel 17 und dem Bund 13' auf der zylindrischen Wandung 16 des Materialrohrs 13 aufgedruckt.

Um sowohl den Anstieg als auch den Verlauf der Temperatur innerhalb des Materialrohrs 13 bzw. innerhalb der Wandung 16 verfolgen bzw. kontrollieren zu können, ist zwischen der Heizschicht 22 und der Abdeckschicht 24 zumindest abschnittsweise wenigstens eine Schicht 28 aus einem PTC-Material vorgesehen, dessen Widerstand mit steigender Temperatur zunimmt (Fig. 2). Für einen besseren Wärmekontakt befindet sich zwischen der Heizschicht 22 und der Widerstandsschicht 28 eine elektrisch isolierende Kontaktschicht 26, die bei Bedarf auch zwischen weiteren Schichten vorgesehen sein kann.

Die als Thermoelement ausgebildete Widerstandsschicht 28 kann ebenso wie die Heizschicht 22 Leiterbahnen 29 aufweisen, die als Thermofühler den Temperaturverlauf messen (siehe Fig. 4). Die Leiterbahnen 29 liegen dabei zweckmäßig in der gleichen Ebene wie die Heizleiterbahnen 23 der Heizschicht 22 und werden gemeinsam mit diesen von der Abdeckschicht 24 nach außen hin geschützt. Auf diese Weise ist die Höhe der Heizung auf ein Minimum reduziert. Fig. 6 und 7 zeigen je eine alternative Möglichkeit für eine Gestaltung der Heizleiterbahnen 23 sowie der Leiterbahnen 29 für die Temperaturmessung.

Jede Schicht 20, 22, 24, 26, 28 wird mittels Direktbeschichtung stoffschlüssig auf der Rohrwandung 16 aufgetragen und anschließend unter den jeweils materialspezifisch vorgegebenen Einbrennbedingungen eingebrannt, so daß ein stoffschlüssiger Schichtverbund entsteht. Durch eine spezifische Fehlanpassung des linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Dielektrikumsschicht 20 ( $TEC_{DE}$ ) an den linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Materialrohrs 13 ( $TEC_M$ ) wird jedoch beim Einbrennen der Isolationsschicht 20 innerhalb dieser eine mechanische Druckvorspannung erzeugt. Durch diese spannungstolerante Verbindung ist die Isolations-

schicht 20 als Trägerschicht der Heizung 10 in der Lage, der durch den Spritzgießprozeß technologisch bedingten pulsierenden Innendruckbelastungen problemlos standzuhalten, ohne daß Risse oder sonstige Beschädigungen an der Heizung 10 auftreten. Da die einzelnen Funktionsschichten 20, 22, 24, 26, 28 des Schichtverbunds aufgrund ihres materialspezifisch sehr ähnlichen Aufbaus zudem untereinander eine außerordentlich gute Haftfestigkeit aufweisen, hält die Heizung 10 insgesamt selbst extremen mechanischen und/oder thermischen Belastungen dauerhaft stand.

Als Beschichtungsverfahren zum Auftragen der einzelnen Funktionsschichten eignet sich die Folien- und die Dickschicht-Siebdrucktechnik. Bevorzugt verwendet man allerdings die Dickschicht-Siebdrucktechnik unter Anwendung der Runddrucktechnologie.

Hierbei ist es von Vorteil, wenn man in der bevorzugt in drei Einzellagen aufgetragenen Dielektrikumsschicht 20 in Längsrichtung der Wandung 16 des Materialrohrs 13 einen (nicht dargestellten) Spalt vorsieht. Dadurch wird vermieden, daß die Einzellagen der Dielektrikumsschicht 20 nach dem Auftragen überlappen, was zu nicht gewünschten Spannungen oder gar Abplatzungen führen kann.

Eine insgesamt ökonomische Verfahrensführung erzielt man, wenn parallel zu dem Einbrennprozeß der Dielektrikumschicht 20 eine induktive Härtung des Materialrohrs 13 durchgeführt wird. Sowohl hierbei, als auch bei den nachfolgenden Einbrennvorgängen ist es wichtig, daß die jeweiligen Einbrennbedingungen (Einbrenntemperatur, Haltezeit, Abkühlrate) an die durch die verwendete Stahlsorte vorgegebenen Härtungs- und Vergütungstemperaturen angepaßt sind. Insbesondere dürfen die Einbrenntemperaturen der nachfolgenden Schichten die Vergütungstemperaturen des Metalls nicht überschreiten, um den bereits vorgebildeten Gefügestand des Metalls zu erhalten. Diese Anpassung kann beispielsweise durch eine geeignete Variation der Prozeßparameter für den Einbrennvorgang erreicht werden. Möglich ist aber auch eine materialspezifische Anpassung der zu verwendenden Dickschicht-Pasten.

Das Materialrohr 13 von Fig. 1 besitzt ein Durchmesser Verhältnis von Außen- zu Innendurchmesser zwischen 1,4 bis 2,5, vorzugsweise von 2,0, so daß bei einem Außendurchmesser von beispielsweise 10 mm die Wandung 16 mindestens 2,8 mm dick ist. Letztere wird während des Spritzgießvorgangs betriebsbedingt einer pulsierenden Innendruckbelastung von etwa 2000 bar und einer Temperatur von etwa 300 °C ausgesetzt. Der Stahl des Heißkanalrohrs 13 besitzt einen linearen ther-

mischen Ausdehnungskoeffizient (TEC) von  $11 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  im Temperaturbereich zwischen 20 und 300 °C und einen E-Modul von  $2 \cdot 10^6$  bar. Die zur Härtung des Materials erforderliche Wärmebehandlungstemperatur liegt vorzugsweise im Bereich zwischen 800 und 1050 °C.

Auf die zwecks verbesserter Haftfestigkeit in bekannter Weise aufgerauhte Metalloberfläche 16 wird im Runddruckverfahren eine Dickschicht-Dielektrikumspaste aufgebracht, deren Feststoffanteil ausschließlich aus einem im Temperaturbereich oberhalb 900 °C in situ kristallisierenden Glas mit den Hauptkomponenten BaO,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{SiO}_2$  in der näherungsweise molaren Zusammensetzung  $\text{BaO Al}_2\text{O}_3 4 \text{ SiO}_2$  besteht. Die nach dem Einbrennen bei 950 °C erhaltene Dielektrikumsschicht 20 besitzt einen TEC von  $6 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  im Temperaturbereich 20 bis 300 °C.

Bedingt durch den hierdurch entstehenden TEC-Mismatch zwischen Metallwandung 16 und Dielektrikumsschicht 20 in der Größenordnung  $5 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  ist beim Abkühlen des mit dem Dielektrikum beschichteten Heißkanalrohrs 16 im Temperaturbereich der reinelastischen Deformation, d.h. zwischen der Transformationstemperatur des Glases von etwa 700 °C und Raumtemperatur, mit dem Aufbau einer Druckspannung von etwa 3500 bar zu rechnen (bei einem angenommenen E-Modul der Dielektrikumsschicht 20 von  $2 \cdot 10^6$  bar). Die Höhe der Druckvorspannung erreicht noch nicht den kritischen Grenzbereich der Eigendruckfestigkeit des Dielektrikums, der oberhalb von 6000 bar beginnt. Sie ist jedoch ausreichend, um das Auftreten von Zugspannungen in der Dielektrikumsschicht 20 und damit auch in den nachfolgenden Schichten 22, 24 zuverlässig zu verhindern, wenn die 2,8 mm dicke Rohrwandung 16 des Heißkanalrohrs 12 bei einer Belastung von 2000 bar zyklisch gedehnt wird.

Die elektrischen Anschlüsse 23' und 29' für die Heizleiterbahnen 23 und für die Widerstandsschicht 28 werden ebenfalls in Dickschichttechnik ausgeführt, wobei die hierfür erforderlichen Kontakte so gestaltet sind, daß die Leistungszufuhr bzw. Informationsübertragung über steckbare Kabelverbindungen erfolgen kann.

Die Erfindung ist nicht auf eine der vorbeschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern in vielfältiger Weise abwandelbar. So kann man innerhalb des Materialrohrs 13 Heizstäbe vorsehen, die mit der oben beschriebenen Heizung beschichtet sind. Auch kann das Rohr einen ovalen oder eckigen Querschnitt aufweisen. Anstelle der Dickschicht-Pasten kann man sogenannte Grünfolien verwenden, die auf dem Rohr-

umfang fixiert und anschließend eingebrannt werden. Das Härten des Materialrohrs 13 kann prinzipiell durch Martensitbildung oder durch Ausscheidungshärten erfolgen, wobei eine induktive Erwärmung vorzuziehen ist.

Man erkennt, daß auf dem Umfang der Wandung 16 eines zylindrischen Materialrohrs 13 einer Heißkanaldüse 12 in Direktbeschichtung eine elektrische Flachschießeheizung 10 installiert wird. Diese Flachschießeheizung 10 besteht aus einer unmittelbar auf das Metallrohr 13 aufgetragenen keramischen Dielektrikumsschicht 20, wenigstens einer Schicht 22 bestehend aus Heizleiterbahnen 23 sowie einer darüber aufgetragenen elektrisch isolierenden keramischen Abdeckschicht 24.

Als Beschichtungsverfahren eignet sich die Folien- oder die Dickschicht-Siebdrucktechnik. Bevorzugt verwendet man jedoch für den gesamten Schichtaufbau die Dickschichttechnik unter Verwendung der Runddrucktechnologie. Alternativ kann man die keramische Dielektrikumsschicht 20 als vorgefertigte Grünfolie auf dem Rohrumfang des Heißkanalrohres 12 fixieren und anschließend einbrennen.

Ein wichtiges Merkmal der Erfindung stellt die Ausbildung einer spannungstoleranten Verbindung zwischen der keramischen Dielektrikumsschicht 20 und dem Heißkanalrohr 13 dar, welches bei Betriebstemperatur einer durch den Spritzgießprozeß technologisch bedingten pulsierenden Innendruckbelastung ausgesetzt wird. Diese Belastung und die zum Erreichen der Betriebstemperaturen erforderliche Erwärmung des Materialrohrs 13 auf Temperaturen zwischen 300 und 450 °C führen zu elastischen Dehnungsvorgängen des Heißkanalrohres. Der jeweilige Grad der Verformung hängt von materialspezifischen Größen (E-Modul) und von technologischen Randbedingungen (Betriebstemperatur, Rohrwandstärke, Höhe des Innendrucks) ab. Dies führt dazu, daß die auf dem Stahlrohr 13 eingebrannte Dielektrikumsschicht 20 im Zusammenwirken der genannten Größen in unterschiedlichem Maße in den Bereich von Zugspannungen gelangen kann, was jedoch durch die innerhalb der Dielektrikumsschicht 20 ausgeprägten Druckvorspannung während des Betriebes kompensiert wird.

Dadurch erreicht man eine außerordentlich gute Haftfestigkeit der Dielektrikumsschicht 20 auf dem Materialrohr 13 der Heißkanaldüse 12, die selbst den bei der Innendruckbelastung radienabhängig in unterschiedlicher Höhe auftretenden Delaminationskräfte in der Schicht problemlos standhält. Von besonderem Vorteil ist insbesondere, daß mit der erfindungsgemäßen Heizung 10 eine extrem hohe Leistungsdichte auf sehr engem

Raum erzeugt werden kann, wobei die Wärme stets genau an der Stelle erzeugt wird, wo auch die Wärmeabfuhr erfolgt. Die Temperaturführung ist äußerst einfach zu realisieren; die Temperaturverteilung exakt gleichmäßig.

---

Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung hervorgehenden Merkmale und Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten, räumlicher Anordnungen und Verfahrensschritten, können sowohl für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein.

**Bezugszeichenliste**

---

10	Heizung
12	Heißkanaldüse
13	Materialrohr
13'	Bund/Flansch
14	Strömungskanal
16	Wandung
17	Sockel
18	Düsenspitze
19	Endbereich
20	Isolierschicht/Dielektrumsschicht
22	Heizschicht
23	Heizleiterbahn
23'	Anschluß
24	Abdeckschicht
25	Dichtfläche
26	Kontaktschicht
28	Widerstandsschicht
29	Thermofühler
29'	Anschluß

## Patentansprüche

1. Elektrische Heizung (10) für Heißkanalsysteme, insbesondere für Heißkanalverteiler und/oder Heißkanaldüsen (12), bestehend aus wenigstens einer Isolierschicht (20) und wenigstens einer Heizleiterbahnen (23) aufweisenden Heizschicht (22), wobei die eine Flachschiebtheizung bildenden Schichten (20, 22) mittels Direktbeschichtung stoffschlüssig auf wenigstens einer einem Strömungskanal (14) zugeordneten Wandung (16) eines Materialrohrs (13) aufgebracht sind.
2. Heizung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest eine Isolierschicht (20) eine glasartige und/oder keramische Dielektrikumsschicht ist, die nach zumindest einem Einbrennprozeß gegenüber der dem Strömungskanal (14) zugeordneten Wandung (16) unter Druckvorspannung steht.
3. Heizung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der lineare thermische Ausdehnungskoeffizient ( $TEC_{DE}$ ) der Dielektrikumsschicht (20) nach dem Einbrennprozeß kleiner ist als der lineare thermische Ausdehnungskoeffizient ( $TEC_M$ ) der dem Strömungskanal (14) zugeordneten Wandung (16).
4. Heizung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Betrag der Differenz zwischen  $TEC_{DE}$  und  $TEC_M$  wenigstens  $5,0 \cdot 10^{-6} K^{-1}$  beträgt.
5. Heizung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dielektrikumsschicht (20) ein glasig-kristallines Materialsystem aufweist.
6. Heizung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Materialsystem wenigstens ein vorgebildetes Glas, eine enthält, welches bei einer vorgebbaren Einbrenntemperatur die Oberfläche der bevorzugt aus Metall bestehenden Wandung (16) benetzt und dabei zumindest teilweise in einen kristallinen Zustand übergeht.
7. Heizung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Materialsystem wenigstens ein weiteres Glas, welches bzw. welche unter vorgebbaren Einbrennbedingungen nicht kristallisiert.

8. Heizung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Materialsystem wenigstens eine a priori kristalline Verbindung enthält.
9. Heizung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dielektrikumsschicht (20) eine eingebrannte Folie ist.
10. Heizung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dielektrikumsschicht (20) eine eingebrannte Dickschichtpaste ist.
11. Heizung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Feststoffanteil der Dickschichtpaste ausschließlich aus einem im Temperaturbereich oberhalb 900 °C in situ kristallisierenden Glas.
12. Heizung nach einem der Ansprüche 5 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß der lineare thermische Ausdehnungskoeffizient ( $\text{TEC}_{\text{DE}}$ ) der Dielektrikumsschicht (20) zwischen  $5 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  und  $7 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  liegt.
13. Heizung nach einem der Ansprüche 5 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dielektrikumsschicht (20) in Längsrichtung der Wandung (16) des Materialrohrs (13) einen Spalt aufweist.
14. Heizung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Heizschicht (22) dem Leistungsbedarf angepaßte Heizleiterbahnen (23) aufweist.
15. Heizung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf der Heizschicht (22) wenigstens eine elektrisch isolierende Abdeckschicht (24) aufgebracht ist.
16. Heizung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß unterhalb und/oder zwischen der Dielektrikumsschicht (20), der Heizschicht (22) und der Abdeckschicht (24) wenigstens eine Kontaktschicht (26) vorgesehen ist.

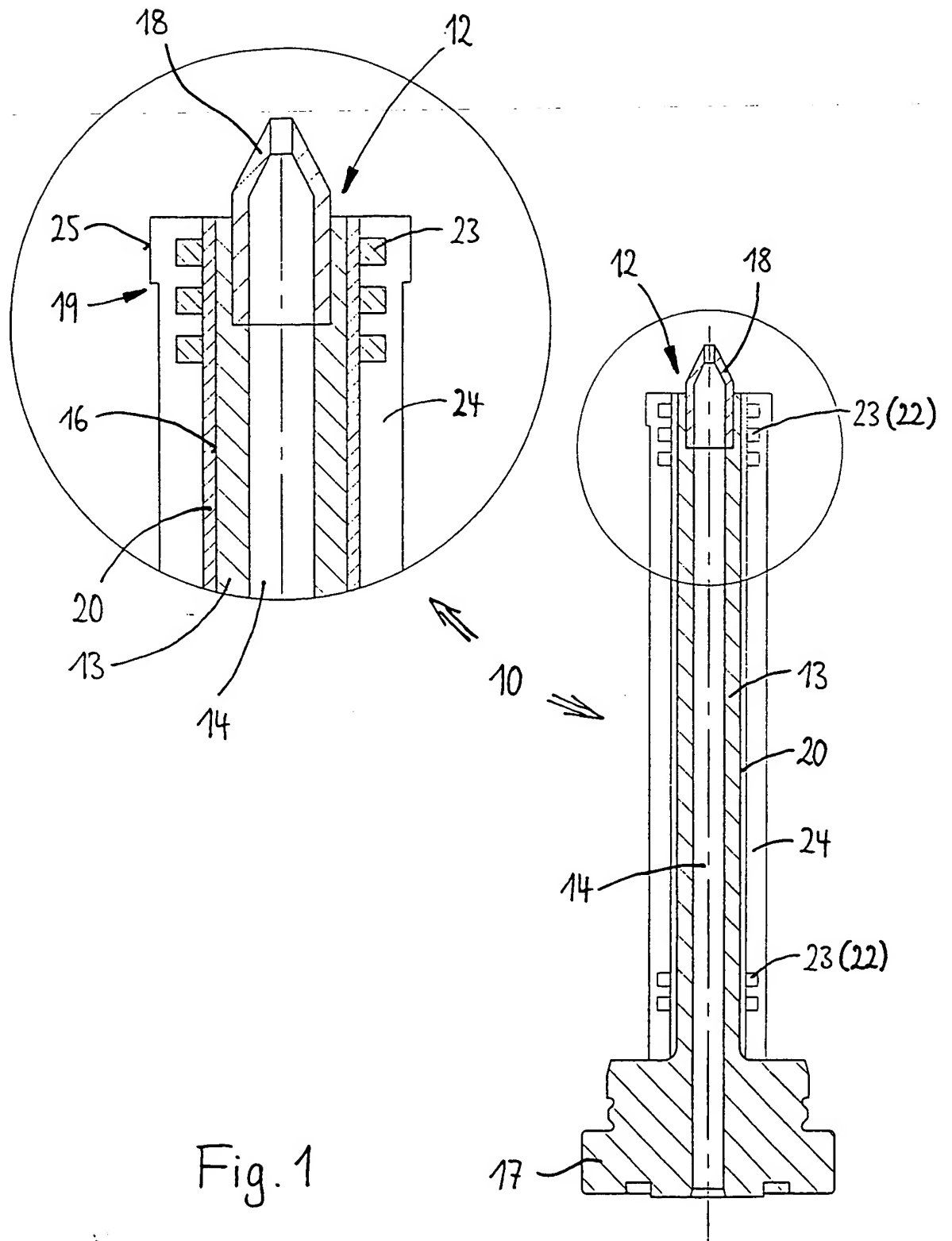


17. Heizung nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens eine weitere Schicht (28) vorgesehen ist, deren Widerstand von der Temperatur der Heizschicht (22) und/oder der Wandung (16) abhängig ist.
18. Heizung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Widerstandsschicht (28) ein Thermoelement bildet.
19. Heizung nach einem der Ansprüche 14 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Widerstandsschicht (28) und die Heizschicht (22) in einer Ebene liegen.
20. Heizung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Heizschicht (22), die Abdeckschicht (24), die Kontaktschicht (26) und/oder die Widerstandsschicht (28) eingebrannte Folien oder eingebrannte Dickschichtpasten sind.
21. Heizung nach einem der Ansprüche 14 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Isolierschicht (20), die Heizschicht (22), die Abdeckschicht (24), die Kontaktschicht (26) und die Widerstandsschicht (28) einen Schichtverbund bilden.
22. Heißkanalsystem, insbesondere Heißkanalverteiler oder Heißkanaldüse mit einer Heizung nach einem der Ansprüche 1 bis 21.
23. Heißkanaldüse mit einer Heizung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, wobei die Heizung auf einem zylindrischen Materialrohr (13), einem Stab, einem Verteilerarm, einer Düse o.dgl. aufgebracht ist.
24. Verfahren zum Herstellen einer Heizung (10) für Heißkanalsysteme, insbesondere auf Heißkanalverteilern und/oder auf Heißkanaldüsen (12), **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens eine Isolierschicht (20) und wenigstens eine Heizleiterbahnen aufweisende Heizschicht (22) mittels Direktbeschichtung stoffschlüssig auf zumindest einer einem Strömungskanal (14) zugeordneten Wandung (16) eines Materialrohrs (13) aufgebracht werden.
25. Verfahren nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest eine Isolierschicht (20) eine keramische Dielektrikumsschicht ist.

26. Verfahren nach Anspruch 24 oder 25, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Heizschicht (22) beliebig gestaltete Heizleiterbahnen (23) aufweist.
27. Verfahren nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf der bzw. jeder Heizschicht (22) wenigstens eine elektrisch isolierende Abdeckschicht (24) aufgebracht wird.
28. Verfahren nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet**, daß unterhalb und/oder zwischen der Dielektrikumsschicht (20), der Heizschicht (22) und der Abdeckschicht (24) wenigstens eine Kontaktschicht (26) aufgebracht wird.
29. Verfahren nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens eine weitere Schicht (28) auf- oder eingebracht wird, deren Widerstand von der Temperatur der Heizschicht (22) und/oder der Wandung (16) abhängig ist.
30. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 29, **dadurch gekennzeichnet**, daß jede Schicht (20, 22, 24, 26, 28) separat in Folien-, Dickschicht oder Siebdrucktechnik aufgebracht wird.
31. Verfahren nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet**, daß die in Dickschichttechnik aufgetragenen Schichten (20, 22, 24, 26, 28) unter Anwendung der Runddrucktechnologie in Form von Pasten aufgebracht werden.
32. Verfahren nach Anspruch 30 oder 31, **dadurch gekennzeichnet**, daß jede Schicht (20, 22, 24, 26, 28) separat aufgetragen und anschließend eingebrannt wird.
33. Verfahren nach Anspruch 30 oder 32, **dadurch gekennzeichnet**, daß alle Schichten (20, 22, 24, 26, 28) separat aufgetragen und simultan (co-firing) eingebrannt werden.
34. Verfahren nach Anspruch 32 oder 33, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Einbrenn-Temperaturbereich zwischen 800 und 1100 °C liegt.

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 34, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest die Dielektrikumsschicht (20) in Längsrichtung der Wandung (16) des Materialrohrs (13) mit einem Spalt versehen wird.
36. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 35, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zu beschichtende Wandung (16) aus einem gehärteten oder zu härten- dem Material besteht.
37. Verfahren nach Anspruch 36, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ein- brenntemperatur jeder Schicht (20, 22, 24, 26, 28) die Härtungstemperatur des Wandungsmaterials nicht übersteigt.
38. Verfahren nach Anspruch 36 oder 37, **dadurch gekennzeichnet**, daß wäh- rend wenigstens eines Einbrennungsprozesses der Härtungsprozeß der Wan- dung (16) durchgeführt wird.
39. Verfahren nach Anspruch 38, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ein- brennbedingungen der Härtungstemperatur angepaßt sind.
40. Verfahren nach einem der Ansprüche 34 bis 39, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wandung (16) der Heißkanaldüse (12) induktiv auf Härtungs- und/oder Einbrenntemperatur erhitzt wird.
41. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 40, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest eine Isolierschicht (20) eine keramische Dielektrikumsschicht ist und daß innerhalb dieser Schicht beim Einbrennen eine Druckvorspannung gegenüber der dem Strömungskanal (14) zugeordneten Wandung (16) erzeugt wird.
42. Verfahren nach Anspruch 41, **dadurch gekennzeichnet**, daß in Abhängig- keit von den dehnungsrelevanten Kenngrößen der dem Strömungskanal (14) zugeordneten Wandung (16) eine spezifische Fehlanpassung des linearen ther- mischen Ausdehnungskoeffizienten der Dielektrikumsschicht (20) ( $TEC_{DE}$ ) an den linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der dem Strömungskanal (14) zugeordneten Wandung (16) ( $TEC_M$ ) erfolgt, wobei die Differenzausdehnung  $TEC_M - TEC_{DE}$  wenigstens  $5,0 \cdot 10^{-6} K^{-1}$  beträgt.

43. Verfahren nach Anspruch 41 oder 42, **dadurch gekennzeichnet**, daß der lineare thermische Ausdehnungskoeffizient der Dielektrikumsschicht (20) zwischen  $5 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  und  $7 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  liegt.
44. Verfahren nach einem der Ansprüche 41 bis 43, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dielektrikumsschicht (20) durch Einbrennen eines glasig-kristallinen Materialsystems auf der dem Strömungskanal (14) zugeordneten Wandung (16) erzeugt wird, wobei das Materialsystem wenigstens ein vorgebildetes Glas enthält, welches bei der jeweiligen Einbrenntemperatur die Metalloberfläche benetzt und zumindest teilweise in den kristallinen Zustand übergeht.
45. Verfahren nach Anspruch 44, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Materialsystem wenigstens ein weiteres Glas enthält, welches unter Einbrennbedingungen nicht kristallisiert.
46. Verfahren nach Anspruch 44 oder 45, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Materialsystem wenigstens eine a priori kristalline Verbindung enthält.



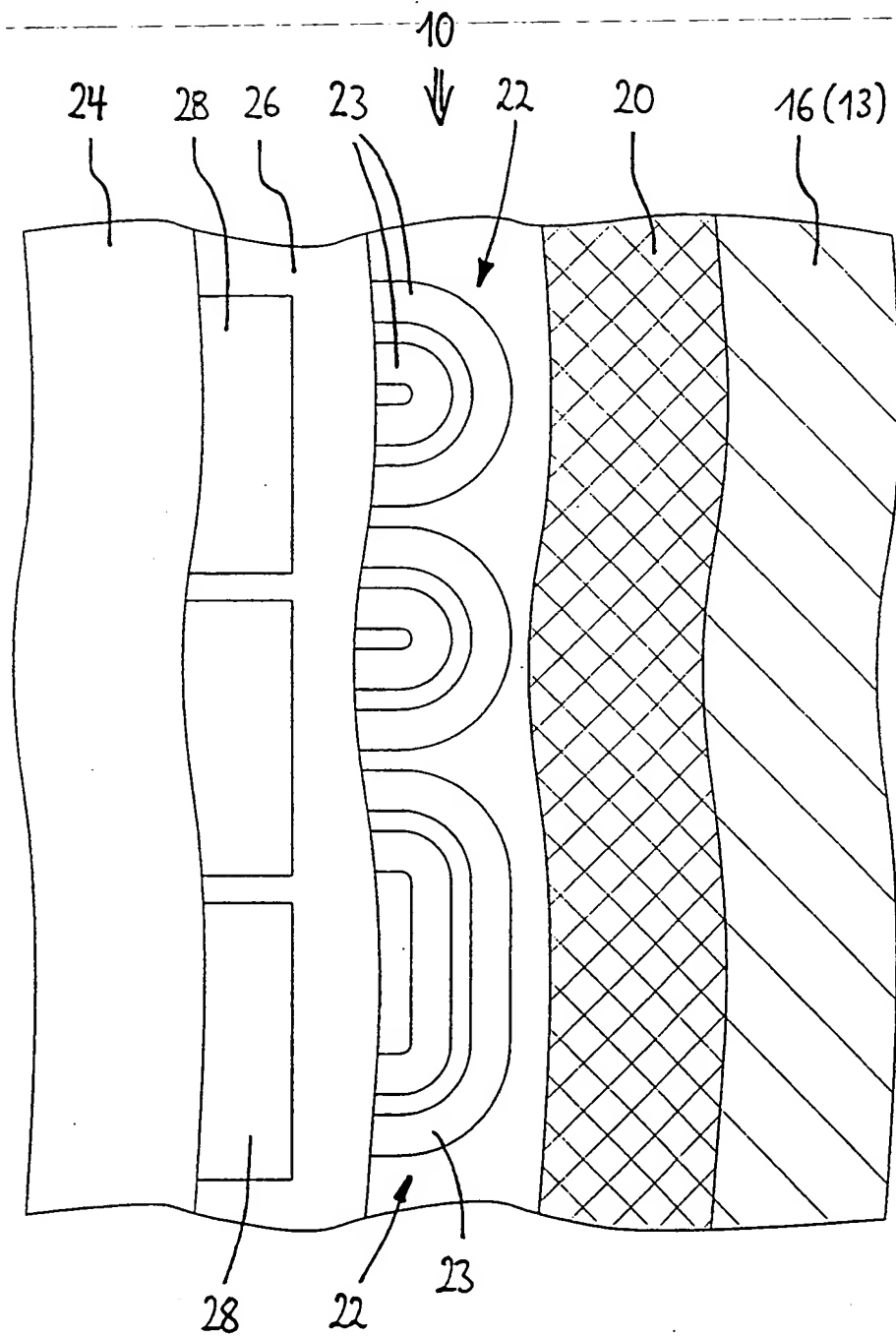
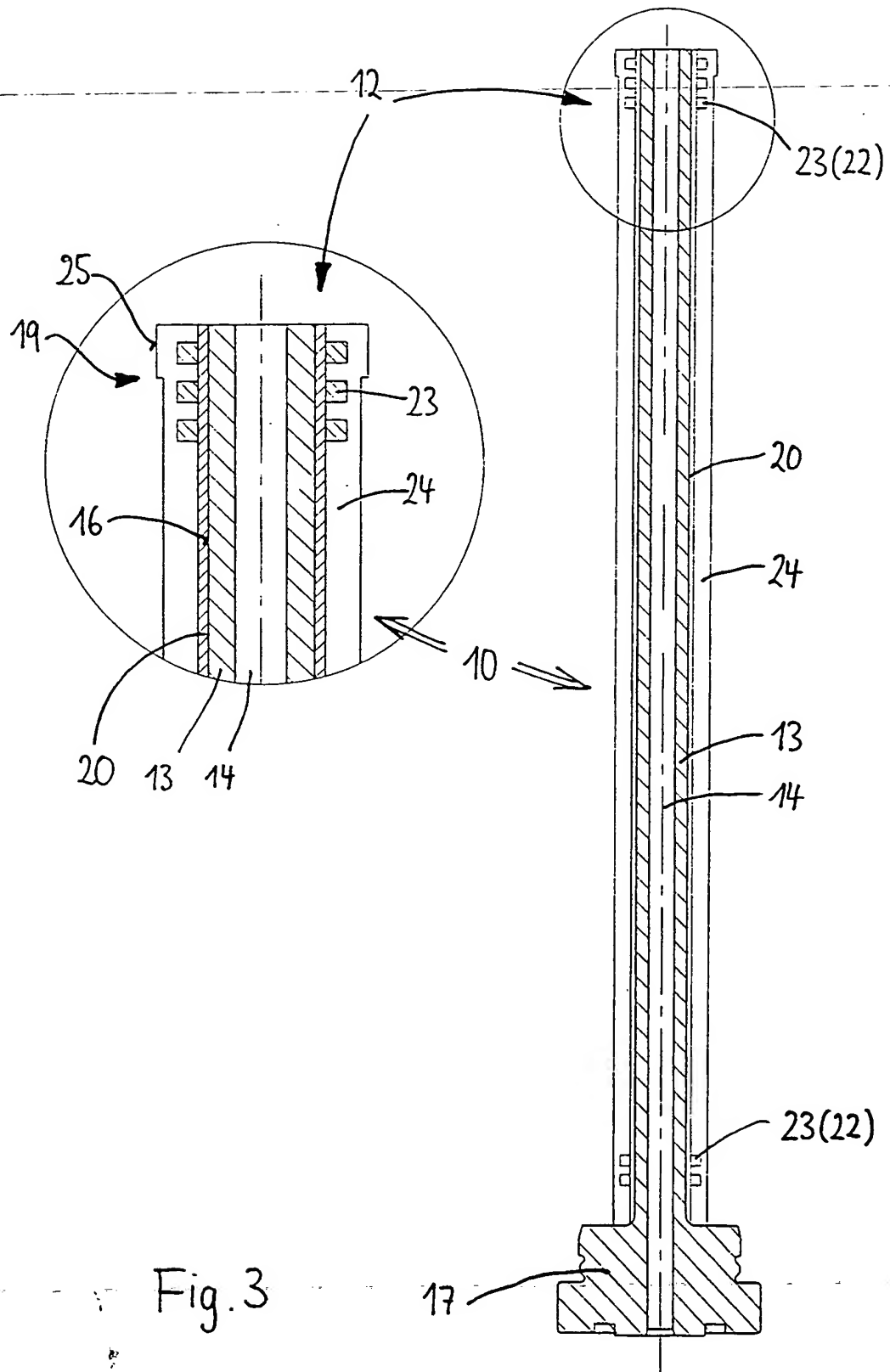


Fig. 2



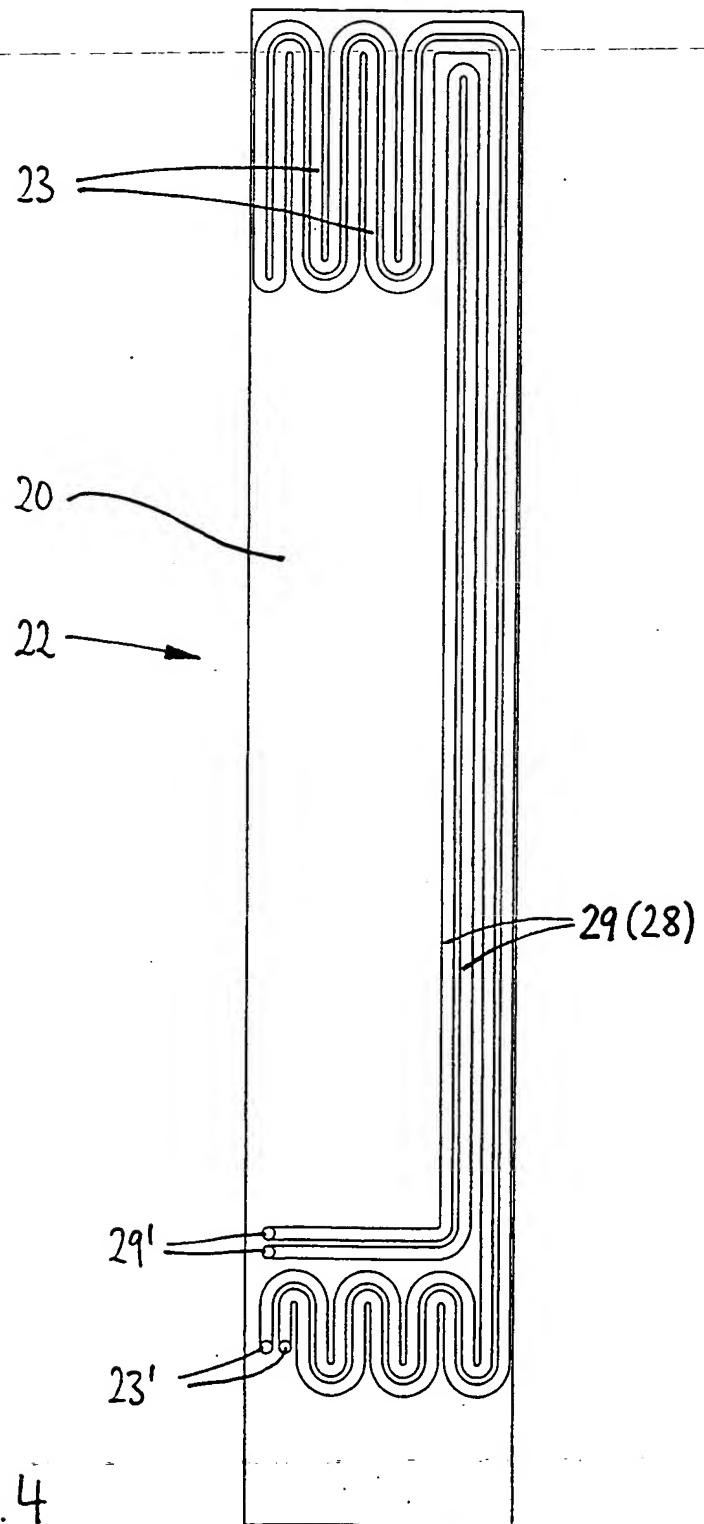
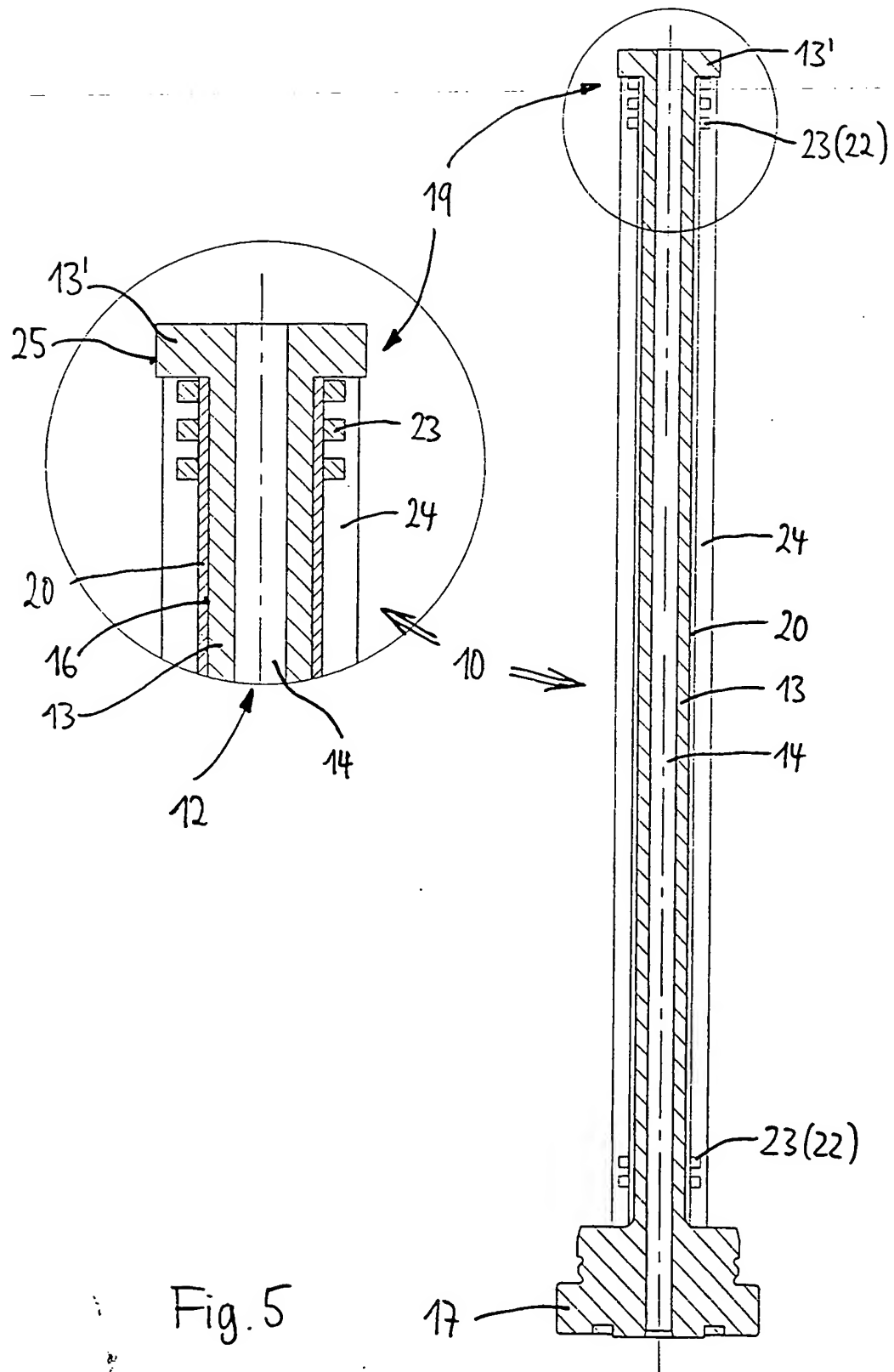


Fig. 4





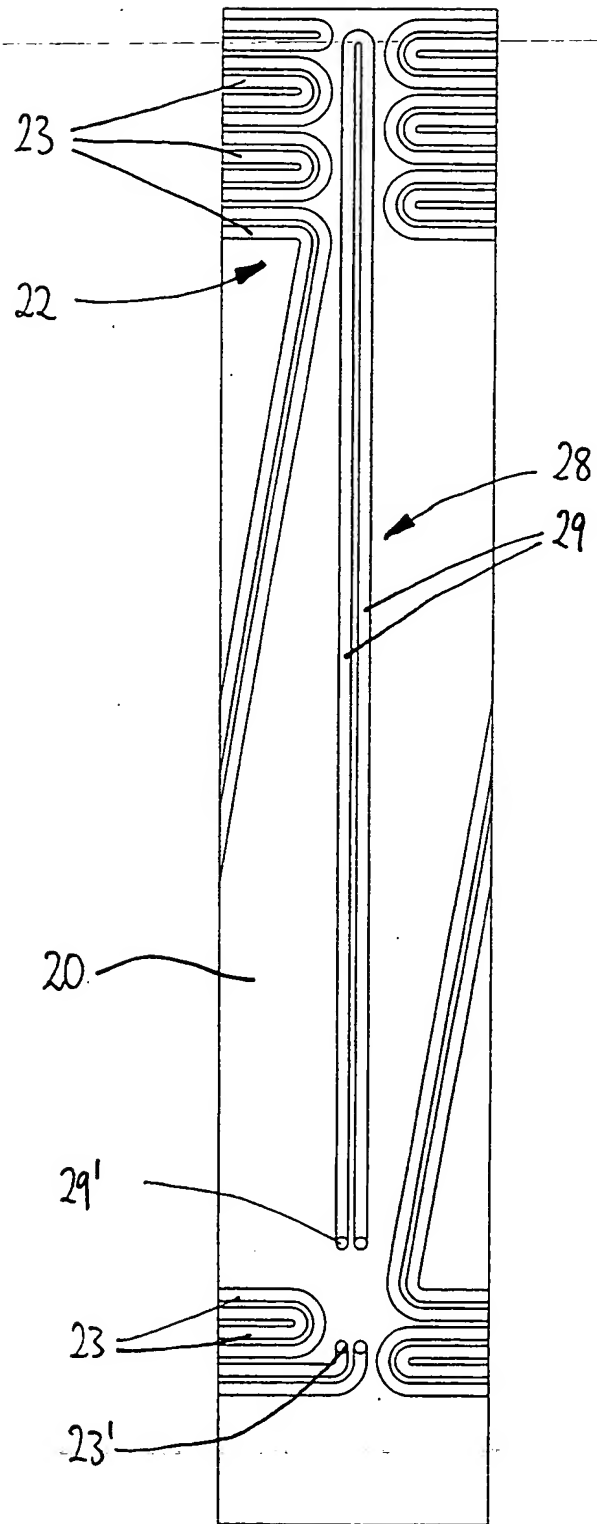


Fig. 6

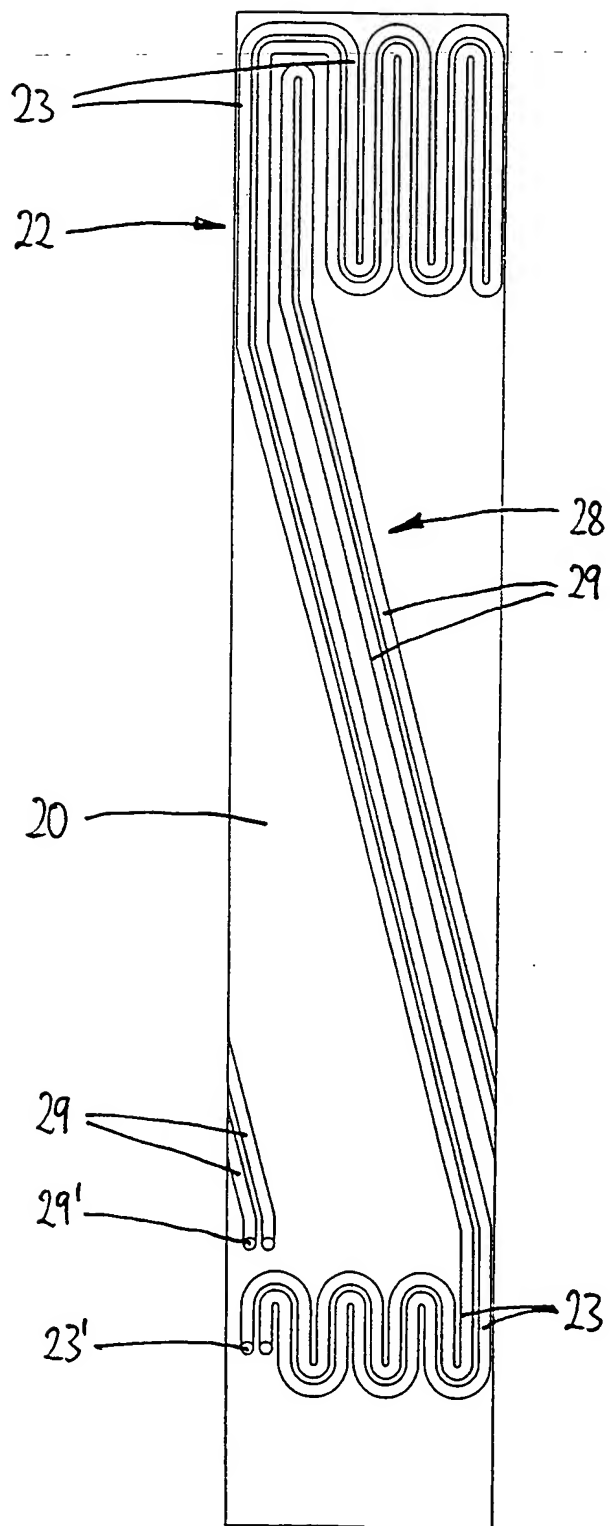


Fig. 7

12

# EUROPEAN PATENT APPLICATION

21 Application number: 90302917.1

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: B29C 45/28, B29C 45/78

22 Date of filing: 19.03.90

30 Priority: 17.03.89 US 325160

43 Date of publication of application:  
19.09.90 Bulletin 90/38

64 Designated Contracting States:  
DE FR GB IT

71 Applicant: **AXIOMATICS CORPORATION**  
60 Rogers Street  
Cambridge Massachusetts 02142(US)

72 Inventor: **Bredt, James F.**  
73 Templeton Parkway  
Watertown, Massachusetts 02172(US)  
Inventor: **Waldman, Francis A.**  
35 Maple Street  
Stoneham, Massachusetts 02180(US)  
Inventor: **Suh, Nam P.**  
34 Maynard Farm Road  
Sudbury, Massachusetts 01776(US)

74 Representative: **Jones, Colin et al**  
W.P. THOMPSON & CO. Coopers Building  
Church Street  
Liverpool L1 3AB(GB)

54 Heater device.

57 An ohmically or electrothermally controlled valve gate for injection molding apparatus comprises three concentrically located tubes (16,20,22) in intimate contact with each other. The innermost tube (16) is an electrode and also serves as the passage for flowing molding material. The outermost (20) of the three tubes is also an electrode. The intermediate tube (22) is a resistive heating element comprising a mixture of at least two highly compacted powders. One powder is an electrical conductor, while the other powder, which serves as a binder for the first powder, is an electrical insulator but a good thermal conductor. Current flow between the electrodes (16,20) occurs at points of contact between adjacent particles of the conductive powder. Thus, the electrical resistance and therefore the generation of heat is controlled by the composition and quantity of binder in the heating element. The generated heat is conducted through the inner electrode tube to the flowing plastic to melt the plastic and "open" the gate. Interruption or reduction of current flow reduces the heat and permits the plastic in the pas-

sage (18) to freeze, thereby "closing" the gate.

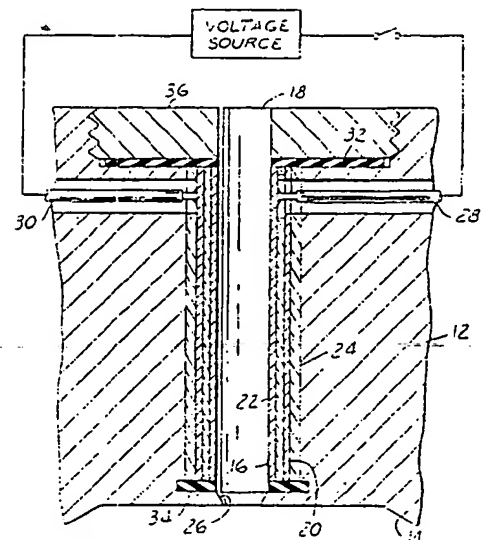


FIG.1

## HEATER DEVICE

This invention involves an improved valve gate in the form of an electrical resistive heater which acts as a valve to control the flow of plastic molding material in applications such as injection molding.

In the well-known injection molding process, thermoplastic material is melted to form a viscous liquid which is then injected under pressure into a mold cavity where it cools and solidifies. Solidification is accompanied by volumetric shrinkage, therefore necessitating the maintenance of a high packing pressure during cooling in order to achieve dimensional accuracy of the molded parts. As the plastic in the mold cavity cools, the packing pressure can decline, without any resulting change in dimensions of the molded plastic part.

It is customary to provide a gate or valve to shut off the plastic flow into the cavity once injection is completed and the packing pressure has been induced, in order to prevent plastic in the mold cavity, which is pressurized, from flowing back into the supply runner. Several techniques have been employed to accomplish this shut-off in the constricted area or gate immediately upstream of the mold cavity. One known technique is to cool the gate area so that the plastic in the gate area freezes once flow has essentially stopped due to filling of the cavity, thereby blocking further flow in either direction. This type of cooling system is continuous, providing an essentially constant temperature, so that no precise control of the plastic flow is possible.

Another general type of construction is the use of a movable pin placed in the flow path to close the gate. However, movable pins introduce substantial complexity accompanied by problems such as wear and misalignment of the pin and valve seat, thereby causing maintenance and reliability problems and expenses.

A thermal gate, which has been marketed by Spear System, Inc. of Chatsworth, California and described in U.S. Patent No. 3,800,027 to Tsutsumi employs a stationary central axial pin in the constricted gate area. The pin has one heating element in its main body and a separately controlled heating element at its tip, the tip being located in the smallest portion of the flow passage. With the tip heater current on, to melt the gate open, plastic flows longitudinally along the length of the pin in the annular zone between the pin and the surrounding walls of the passage. When the tip heater current is turned off, the plastic freezes in the gate area. There are several disadvantages in the Tsutsumi construction. Some of the flowing plastic passing through the gate area contacts a cooled

passage wall, while other portions of the plastic contact the heated wire. The resulting lack of uniform thermal history is often highly undesirable. Secondly, the cooling rate of the Tsutsumi system will be limited by the fact that the wire can only cool by conveying its heat through the plastic to the outer cooled passage walls, because the remainder of the core pin stays hot.

Another patent disclosing a construction somewhat similar to Tsutsumi is Yoshida, U.S. Patent No. 4,516,927.

In conventional cooled gates, there is no precise control of the plastic temperature in the gate area. Inaccuracy in the control can result in premature freezing of the plastic in the gate before the mold is filled, commonly known as a "short shot". This problem can be remedied only by using higher pressures or higher temperatures. Higher pressures require the use of larger machines and result in higher residual stresses, whereas higher plastic and mold temperatures result in longer cycle times to cool the part, increasing production costs.

To avoid the waste of plastic in runner systems, which freeze along with the molded part and then have to be removed and recycled, it is common to continuously heat the supply manifold throughout the molding cycle. Plastic flow is constricted in the gate area, and only the very tip of the gate, immediately upstream of the cavity, is cooled. However, it is difficult to accurately confine the cooling area to the constricted gate, while maintaining the supply manifold adjacent thereto in heated condition. Undesired continued heating in the gate area may cause the molten material in the molded part close to the gate to remain heated longer than the balance of the molded part. Because crystalline and semi-crystalline plastic molding materials are very sensitive to their thermal history, this lack of precise temperature control in the gate area may result in undesirable physical properties of the resulting molded part.

Laminations of materials possessing differing thermal conductivity properties have been proposed for use in injection molding molds, to improve the physical properties of the molded part. Exemplary of such prior art are the patents to Yotsutsuji, et al., U.S. Patent No. 4,225,109 (thin metal layer lining mold cavity, formed on layer of heat insulating material, to delay cooling of surface of molded part); Yang, U.S. Patent No. 4,390,485 (thin layer of electrically resistive metal lining mold cavity to produce rapid heating thereof). Additionally, co-pending United States Patent Application Serial No. 316,294 of Holden, Suh and Border discloses a variety of laminated constructions

which are selected for their ability to heat rapidly by electric resistance heating and to cool rapidly upon termination of electrical current flow, with low thermal inertia and minimal thermal stresses. Such laminated constructions are suggested therein for use in controlling the thermal response of the surface of a mold cavity.

U.S. Patent No. 4,717,520 to Border, et al. discloses a thermal gate for use in injection molding apparatus wherein a narrow flow passage is formed of a thin-walled tube of iron-nickel alloy which also functions as a resistance heater and which is surrounded by a thin sleeve of electrically non-conductive thermal insulating material having low thermal inertia. The resistance heater and surrounding insulating sleeve are formed of materials having very low and closely matched coefficients of thermal expansion. Flow of molding material is initiated by applying electrical current to the resistance heater, thereby melting the plastic within the tube, whereas flow is terminated by interrupting the electrical current, whereby the previously generated heat is quickly dissipated through the insulating sleeve to the surrounding mold body, thereby freezing the molding material within the passage. This type of construction, while capable of effective performance as a thermal gate, does involve several disadvantages. The physical properties of the materials and the dimensions necessary to provide low thermal inertia make the thermal gate very fragile and subject to breakage during fabrication and use. Furthermore, the extremely thin wall of the resistive heater tube is subject to wear and ultimate rupture by the flow therethrough of molding compounds which contain abrasive ingredients such as glass fibers.

In the art of ceramic elements, silicon carbide radiant heaters or "glow bars" have been used, but conduction type ceramic heaters have not been made from two separate mixed powders, where one functions as an electrical conductor and the other as an electrical insulator.

Accordingly, it is one object of the present invention to provide an improved thermal valve gate which can be economically fabricated in a variety of shapes and sizes, which is reliable and durable in use, and which can be designed for use at a range of power levels.

It is a further object of the present invention to provide an improved electrical resistive heater device which is capable of rapid heating and cooling and which may be fabricated in a variety of shapes and sizes.

An electrical resistive heating device of the invention comprises two spaced apart electrodes, each in intimate surface-to-surface contact with an interposed heating element. The heating element comprises a powdered material which functions as

an electrical resistive heater when an electrical potential difference is applied thereacross by the electrodes. Heat generated in such element is conducted through at least one of the electrodes which in turn conducts it to an object which it is desired to heat.

In one embodiment, the heating element comprises a mixture of two powders, one of which is highly conductive electrically and the other of which is highly conductive thermally but relatively highly resistive electrically, and which functions as a binder and diluting agent for the first powder.

In another embodiment, the second powder is also required to have a lower melting point than the first powder, whereby it is melted during fabrication so that it fuses and forms a solid stable binder for the electrically conductive particles of the first powder, which do not dissolve during the fabrication process.

The invention is further described, by way of example, with reference to the accompanying drawings, in which:-

Figure 1 is a greatly enlarged fragmentary cross-sectional view of a portion of an injection mold to which the thermal valve gate of the present invention has been applied.

Figure 2 is a fragmentary cross-sectional view of a heating tile incorporating the present invention.

Figure 3 is a fragmentary view of a heating rod providing differential heating zones along its length.

Referring to Figure 1, there is illustrated a thermal valve gate assembly 10 inserted into a conventional mold 12 having a part-forming cavity, a portion of which is shown at 14.

The thermal valve gate assembly 10 includes an inner electrode tube 16 which defines a flow passage 18 for molten molding material, an outer electrode tube 20 and a ceramic powder heating element tube 22 located between and in intimate surface to surface contact with the two electrode tubes. Surrounding outer electrode tube 20 is thermal insulating sleeve 24. Heating element 22 heats inner electrode tube 16 to heat the plastic molding material, while mold body 12 acts as a heat sink to quench or freeze the plastic when electrical current is shut off.

The inner or lower end of flow passage 18 is defined by a conventional gate break 26. This narrowed or restricted portion of the passage creates a reduced diameter section in the frozen plug of molding material immediately upstream of the formed part in cavity 14. After injection, as is conventional, the cooled part is ejected from the cavity by pins acting in a downward direction as viewed in Figure 1. Such downward movement causes the frozen plug to fail in tension and to

separate at the point of minimum cross-sectional area and maximum stress, which occurs at gate break 26.

Electrical power is supplied to the electrode tubes by metallurgically joining wires 28, 30 to tubes 16, 20 as shown in Figure 1. Access to the connection points is provided by appropriately placed holes in the tubes and sleeves. Similar access holes may be provided for thermocouple wires (not illustrated) which may be connected to inner electrode tube 16 for monitoring its temperature. Electrical insulation discs 32, 34 are placed at the upper and lower ends of the electrode tubes to electrically isolate them from the adjacent mold structure. Alternatively, the inner electrode 16 can contact gate break 26 and cap 36, in conjunction with electrical grounding of mold body 12, thus eliminating the need for lead 28 to be connected to electrode 16. As is evident from Figure 1, the electrical current flow path extends from the outer peripheral surface of inner electrode 16 through resistive heating element tube 22 to the inner surface of outer electrode tube 20. Thermal valve gate assembly 10, which may be separately fabricated as a modular part, is secured within mold 12 by means of threaded cap 36.

The composition and method of fabrication of heating element tube 22 are significant aspects in the performance of the thermal valve gate of this invention. Initial tests were performed utilizing heating elements fabricated of a mixture of two pressed powders, one powder functioning as an electrical conductor element and the other powder functioning as an electrically insulating filler material. The selection of the particular ingredients, their proportions and the packing pressure all contribute to the control of the resistive heating characteristics of heating element tube 22. That is, in addition to the physical properties of the two powder ingredients, the proportions and the packing pressure control the quantity of entrapped air and the number of particle-to-particle electrical contact points or flow paths. The binder or filler material also acts as a thermal conductor to distribute the electrical current-generated heat to inner electrode tube 16 and ultimately to the plastic molding material within passage 18.

The electrical conduction path between the electrodes and through the heating element tube is a tenuous path of electrically conductive powders in a matrix of insulating filler. Because all of the power dissipated in the element occurs at point contacts between conducting powders, these particles reach very high temperatures at a microscopic scale. It is believed that microscopic hot spots may reach temperatures in excess of 5,000° F. and could even involve an arcing phenomenon. This model explains the difficulty in making gates

with high resistance. A high resistance means fewer conducting paths, and for the same power dissipation a higher micro hot-spot temperature. Refractory carbides are the only materials that have been found thus far to be suitable for the electrically conductive component.

The conditions which the electrically insulating filler or binder component of the heating element must bear are less severe. Such material must be electrically insulating at all temperatures and voltages, and have a thermal expansion rate that is compatible with the electrode materials.

A first heating element composition which has been tested consisted of 325 mesh niobium carbide (NbC or CbC) powder as the electrically conductive powder, constituting 38% of the weight, mixed with 150 mesh powder aluminum oxide ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) as the electrically insulating binder and making up the balance of the mixture. An alternative mixture consisted of 325 mesh boron carbide (B<sub>4</sub>C) as the electrically conductive powder, constituting 16% of the weight, mixed with 150 mesh silicon carbide (SiC) as the electrically insulating binder, making up the remaining 84% of the weight. A third composition consisted once again of 325 mesh boron carbide, 25% by weight, mixed with 325 mesh silica ( $\text{SiO}_2$ ) making up the remaining 75% by weight. These mixtures were pressed into the annular space between the two electrode tubes, by partially filling the cavity and compressing the powder with a die under about 30,000 pounds per square inch pressure, and then pouring in additional powder mix and repeating the compression step.

The electrode tubes are preferably formed of steel or Inconel. Thermal insulating sleeve 24 preferably is formed of a ceramic powder such as zirconium oxide ( $\text{ZrO}_2$ ) which has excellent insulating properties and is profoundly inert. Such power is pressed into the space between thermal valve gate assembly 10 and the surrounding mold body 12 at final assembly. Thermal insulating sleeve 24 forms a bridge between heating element tube 22 and the mold body, the latter functioning as a heat sink.

In some applications it is desirable to achieve a more rapid response time, requiring that insulating sleeve 24 be less insulating and more thermally conductive. For such applications, the preferred composition is 600 mesh  $\text{SiO}_2$ , present at 60% by weight, with a binder, present as 40% by weight, consisting of 20.0%  $\text{SiO}_2$ , 19.6%  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ , 6%  $\text{Na}_2\text{O}$ , 37.4%  $\text{PbO}$ , 9.9%  $\text{CaF}_2$ , and 6.2%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , such binder being melted together and ground to 240 mesh.

The performance characteristics or "power rating" of the valve gate refers more to the thermal insulating characteristics of sleeve 24 than it does

to the heating element. According to Fourier's law, the rate at which thermal energy is conducted through a wall is proportional to the temperature difference between the two faces of the cross-sectional area of the conduction path through the wall and the thermal conductivity of the wall, and inversely proportional to the wall thickness. Where, as here, the wall thickness of the cylindrical sleeve is much thinner than the sleeve radius, this formula is a good approximation, notwithstanding the cylindrical configuration of the wall.

In the design of the gate, the electrical heating power is balanced with the cooling power of the water-cooled mold at the operating temperature of the device. The "power rating" of the device is the power necessary to maintain the operating temperature of the inner tube, with all of the power being conducted as heat through the thermal insulator sleeve 24 and out to the mold. Thus, different powers will lead to different temperatures in the same device, and if the thermal insulator is made to conduct heat more easily, the power rating will be increased without altering the electrical characteristics of the heating element. A higher power rating means the device will react more quickly, but it also places more of a cooling load on the mold. A lower power gate can be operated at a higher power, with accompanying increase in operating temperature.

In tests to date, the device appears to be most reliable at resistances less than two ohms. Alternating current is preferred, as it provides a more linear current/voltage characteristic.

In addition to the materials discussed above, other potential but untried electrically conductive powders for use in the heating element tube include silicon carbide (with excess carbon), carbides of refractory metals such as zirconium, niobium, molybdenum, hafnium, tantalum and tungsten, refractory borides such as titanium boride, as well as silicides. Possible candidates for the electrically insulating binder of the heating element tube include oxides of calcium, magnesium and boron, boron nitride,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , stoichiometric  $\text{SiC}$ , and oxides or nitrides of metals of Groups IVA, VA and VIA of the Periodic Table.

Initial tests of thermal valve gates made in accordance with the above-described 2-component heating elements indicate a tendency of such valve gates to be mechanically unstable. The electrical resistivity varies when the heating element is vibrated or rapped, apparently because the powders are shifted around, changing the electrical flow paths. For that reason, fusible compounds are preferred for fabricating the heating element tube 22. A fusible heating element requires a ceramic which melts at a relatively low temperature (below  $2400^\circ\text{F}$ ). One of at least two ingredients melts at

a low temperature to partially dissolve the higher melting point ingredient. It is important that the higher melting point electrically conductive ingredient not completely melt, because the electrically conductive particles might flow together to create an unacceptable number of shorting paths. As more of the higher melting point ingredient dissolves, the melting point of the mixture rises, and the ultimate melting point is then fixed at whatever the sustained maximum temperature was during processing. The structure, including the electrical resistance of the device, should then be stable up to that temperature. The heating element is fused by electrically powering it without cooling until it is uniformly red hot.

When the ceramic binder is in its molten state, it conducts electricity by electrolysis. The resistance of the device drops precipitously when the binder fuses, but rises again when it cools. It is important to fuse the heating element with alternating current to prevent electrolytic breakdown of the ceramic. These elements may also be fused in an oven if the assembly process permits.

In tests conducted to date, the preferred fusible composition utilizes as the conductive powder 600 mesh boron carbide ( $\text{B}_4\text{C}$ ) present as 47.0% by weight; a filler in the form of 600 mesh  $\text{Al}_2\text{O}_3$  present as 10.0% by weight, and an insulating binder, present as 43.0% by weight, consisting of 95.0%  $\text{B}_2\text{O}_3$ , 5.0%  $\text{ZnO}$  by weight, such binder being melted together and ground to 240 mesh. This mixture, after compression as described above, is heated at about  $1050^\circ$  for two hours to fuse the powders together.

An alternative fusible composition for heating element tube 22 consists of 600 mesh boron carbide, present as 30% by weight; with an insulating binder consisting of 150 mesh alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), present as 30% by weight, and 150 mesh boric oxide, present as 40% by weight, this mixture being heated to  $1000^\circ\text{C}$  for five minutes.

Where the thermal valve gate is to be used in conjunction with manifolds and wear-resistant tubes, the electrodes are preferably formed of H-13 tool steel which is hardened at  $1010^\circ\text{C}$  ( $1850^\circ\text{F}$ ), air quenched and tempered at  $540^\circ\text{C}$  ( $1000^\circ\text{F}$ ). For such applications, the following fusible heating element composition has been found to perform well, it being heated and fused simultaneously with the above described tempering of the electrodes: 43.0%  $\text{B}_4\text{C}$ , 15.0%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  and 42.0% binder, which in turn consists of 95.0%  $\text{B}_2\text{O}_3$ , 5.0%  $\text{ZnO}$ .

One of the benefits of fusible compounds for the heating element is that the powders will not sprinkle out of the cavity during handling. Also, the electrical resistance of the fused form of heating element is more controllable, because it is independent of packing pressure; densification is driven



by surface tension of the binder.

Response time of the thermal valve gate is about 30 to 60° F per second, depending on the mass of the heating element. Closing time of the thermal valve is not critical, due to the requirement of maintaining packing pressure in the molding machine. With regard to opening time, because it takes time to heat the plastic, it is contemplated that heating would be timed to begin while the mold is closing.

Because of the unusual current/voltage characteristics of these devices, as well as a tendency to thermal runaway, the controllers should be current limited. One technique would be to put a material in parallel with the heating element which is electrically insulating up to its melting point, after which it conducts electricity. An example is  $\text{KNO}_3$ , which melts at about 800° F. A mixture of 24.9%  $\text{NaNO}_3$  and 75.1%  $\text{CsNO}_3$  by weight melts at 380° F. The molten salt would allow the heating element to dissipate power up to the melting point of the salt, which would then melt, shunting the current from the element and thereby causing the element to cool. Under most conditions, the resistance of the device is stable and reproducible enough to operate under open loop control. Temperature monitoring is best accomplished with a thermocouple of which type "K" (nickel-chromium/nickel-aluminum) is preferred.

There are two possible modes of operation of this improved valve gate. First, power is turned on to achieve a temperature 40 to 50° F above the melting point of the plastic to cause plastic flow, and turned partially or fully off to freeze the plastic to stop flow. Alternatively, the power level can be kept constant throughout the molding cycle, at a point which is slightly below the melting point of the plastic. When it is desired to "open" the valve, the pressure from the injector pushes the semi-liquid plastic plug, which has a membrane-thick frozen skin at gate break 26, into mold cavity 14, and friction of the flowing plastic heats it further. When the packing pressure has been reached, flow stops, friction-induced heating stops, and at least partial freezing occurs to "close" the gate.

Depending upon the desired cycle time and temperature range, the range of part sizes may be as follows: flow tube diameter of .25 inch internal diameter or less; and the wall thickness of the electrodes in the range of .005-.025 inches; the heating element; and the insulator from .010 to .25 inches.

The valve gate of the present invention offers many advantages. It is durable; the heating element is isolated from abrasive plastic flow; it is machinable; the manufacturing tolerances are a relatively small percentage of the desired wall thickness; the relatively low current and higher volt-

age (e.g. 5-10 amps and 10 volts) and resistance permits use of smaller wires and contacts; and ease of fabrication reduces the cost. Because the electrical current flow path is radial across a broad surface area, rather than longitudinal or axial along a restricted cross-sectional area, a crack is less likely to cause interruption of current flow and failure of the thermal valve gate.

Figure 2 illustrates an application of this technology to a planar rather than cylindrical configuration, such as for injection mold surfaces, heating tiles for compact ovens, heated floors or for decking outdoor steps. Tile 40 includes a base 42 and a heatable face 44 which is heated by a heater comprising electrodes 46 and 48 and powdered heating element 50. A thermal insulating layer is provided at 52. The choice of materials would be as described above concerning the thermal valve gate.

Referring to Figure 3 there is shown an elongated rod 60 which can function as a differential heater, i.e., with variable temperatures along its length. High, intermediate and low potential electrodes 62, 64 and 66 are spaced apart by powdered heating elements 68 and 70, utilizing materials as described above. The heating elements can differ from each other in their density or composition, to thereby generate different temperatures, as desired.

This invention may be further developed within the scope of the following claims. Accordingly, the above specification is to be interpreted as illustrative of only a few operative embodiments of the present invention, rather than in a strictly limited sense.

## Claims

1. An electrical resistive heater device comprising:
  - first and second spaced apart electrically conductive electrodes adapted to be connected to different electrical potentials;
  - a heating element located between and in intimate physical contact with each of said electrodes; said heating element being formed from a ceramic material which is electrically conductive and which functions as an electrical resistive heater when an electrical potential difference is applied there across by said electrodes;
  - at least one of said electrodes functioning as a heat transfer medium to conduct heat from said heating element to the object which it is desired to heat.
2. An electrical resistive heater device comprising:
  - first and second spaced apart electrically conductive electrodes adapted to be connected to dif-

ferent electrical potentials;  
 a heating element located between and in intimate physical contact with each of said electrodes;  
 said heating element being formed from a mixture of a powdered material which is relatively highly conductive electrically and a ceramic which is relatively highly conductive thermally but relatively highly resistive electrically, said ceramic forming a binder for the particles of said powder;  
 whereby the application of an electrical potential gradient across the thickness of said heating element by means of said first and second electrodes causes heat to be generated at points of contact between adjacent particles of said powder where electrical current conducting paths are established, said heat being conducted and distributed throughout said heating element by the matrix of powder and ceramic.

3. The heater device of claim 2, wherein at least one of said electrodes functions as a heat transfer medium to conduct heat generated by said heating element to surfaces of said one electrode which are spaced from the surface which is in intimate contact with said heating element.

4. The heater device of claim 3, wherein said electrodes and said heating elements are in the form of parallel abutting surfaces.

5. The heater device of claim 3, wherein said electrodes and said heating element are in the form of concentric abutting tubes.

6. The heater device of claim 3, which is in the form of an elongated rod-like member wherein said electrodes and said heating elements alternate along the length of said member.

7. An ohmically controlled valve means for controlling the flow of molten molding material into a mold cavity which defines the shape of the part to be molded, said valve means comprising:  
 a series of three concentric elongated tubes each in intimate abutting contact along a substantial part of its length with the immediately adjacent next inner and outer tubes of said series, said tubes being adapted for mounting as an assembly within the mold;  
 the innermost and outermost of said tubes comprising electrically conductive electrodes adapted to be maintained at different electrical potentials, said innermost tube also functioning as a molding material flow passage located in the mold immediately upstream of the cavity;  
 the middle of said tubes functioning as a heating element and being formed from a mixture of a powder which is electrically highly conductive and a ceramic which is thermally highly conductive but electrically highly resistive, said ceramic forming a binder for the particles of said powder;  
 whereby the application of an electrical potential gradient across the thickness of said heating ele-

ment by means of said first and second electrodes causes heat to be generated at points of contact between adjacent particles of said powder where electrical current conducting paths are established, said heat being conducted and distributed throughout said heat element by means of said binder, and said heat being further conducted from said heating element through said inner electrode tube;  
 whereby the generation of sufficient electrical current through said heating element will raise the temperature of said innermost tube wall above that at which the molding material melts, thereby permitting such material to flow through said passage and into the mold cavity, whereas the reduction of said electrical current below a predetermined amperage permits said innermost tube to rapidly cool below the melting point of the molding material to thereby freeze the molding material in said passage and block further flow of molding material therethrough.

8. The valve means of claim 7 which further comprises a fourth concentric elongated tube surrounding and in intimate contact with the exterior surface of said outermost electrode, said fourth tube electrically and thermally insulating said outermost electrode from surrounding portions of the mold, the outer surface of said fourth tube being adapted to convey heat by conduction from said outermost electrode to the mold body.

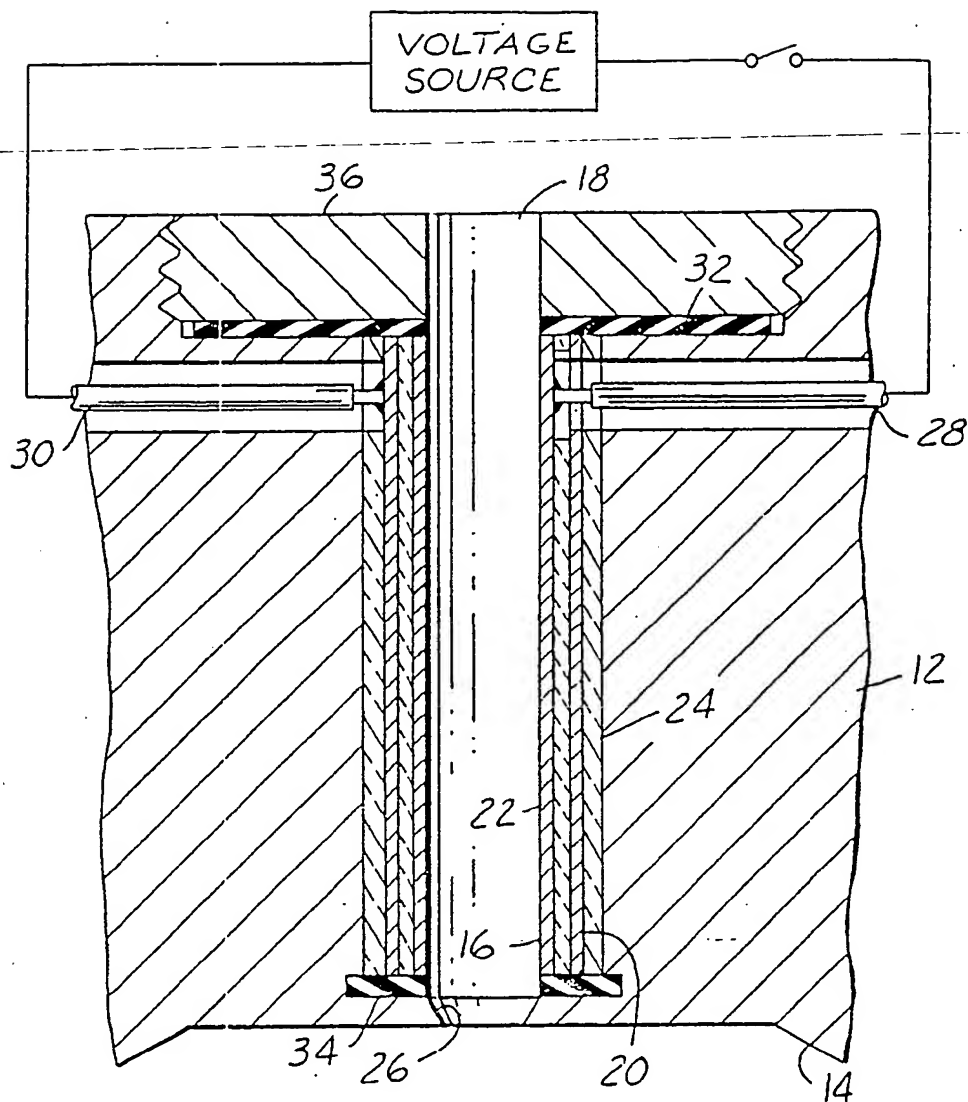


FIG.1

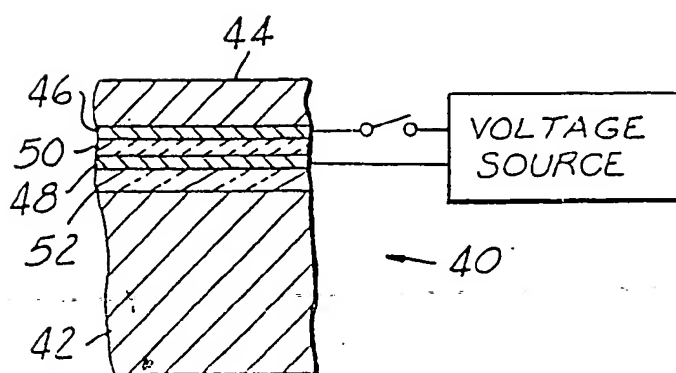


FIG.2

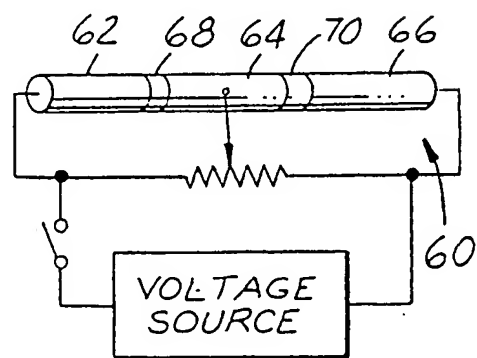


FIG.3

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Publication number:

**0 388 242 A3**

(12)

## EUROPEAN PATENT APPLICATION

(21) Application number: 90302917.1

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: B29C 45/28, B29C 45/78

(22) Date of filing: 19.03.90

(30) Priority: 17.03.89 US 325160

(43) Date of publication of application:  
19.09.90 Bulletin 90/38

(84) Designated Contracting States:  
DE FR GB IT

(58) Date of deferred publication of the search report:  
02.01.91 Bulletin 91/01

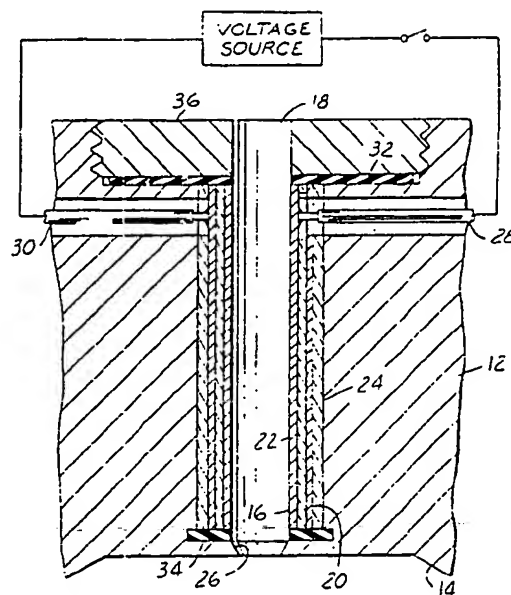
(71) Applicant: **AXIOMATICS CORPORATION**  
60 Rogers Street  
Cambridge Massachusetts 02142(US)

(72) Inventor: **Bredt, James F.**  
73 Templeton Parkway  
Watertown, Massachusetts 02172(US)  
Inventor: **Waldman, Francis A.**  
35 Maple Street  
Stoneham, Massachusetts 02180(US)  
Inventor: **Suh, Nam P.**  
34 Maynard Farm Road  
Sudbury, Massachusetts 01776(US)

(74) Representative: **Jones, Colin et al**  
**W.P. THOMPSON & CO. Coopers Building**  
Church Street  
Liverpool L1 3AB(GB)

(54) Heater device.

(57) An ohmically or electrothermally controlled valve gate for injection molding apparatus comprises three concentrically located tubes (16,20,22) in intimate contact with each other. The innermost tube (16) is an electrode and also serves as the passage for flowing molding material. The outermost (20) of the three tubes is also an electrode. The intermediate tube (22) is a resistive heating element comprising a mixture of at least two highly compacted powders. One powder is an electrical conductor, while the other powder, which serves as a binder for the first powder, is an electrical insulator but a good thermal conductor. Current flow between the electrodes (16,20) occurs at points of contact between adjacent particles of the conductive powder. Thus, the electrical resistance and therefore the generation of heat is controlled by the composition and quantity of binder in the heating element. The generated heat is conducted through the inner electrode tube to the flowing plastic to melt the plastic and "open" the gate. Interruption or reduction of current flow reduces the heat and permits the plastic in the passage (18) to freeze, thereby "closing" the gate.



**FIG.1**

**EP 0 388 242 A3**



European Patent  
Office

# EUROPEAN SEARCH REPORT

Application Number

DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			EP 90302917.1
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int. Cl.5)
A	<u>EP - A2 - 0 238 355</u> (INTELITEC) * Totality * --		B 29 C 45/28 B 29 C 45/78
A	<u>US - A - 4 687 613</u> (TSUTSUMI) * Totality * ----		
			TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int. Cl.5)
			B 29 C
The present search report has been drawn up for all claims			
Place of search VIENNA		Date of completion of the search 04-10-1990	Examiner MAYER
<div>CATEGORY OF CITED DOCUMENTS</div> <div><div>X : particularly relevant if taken alone Y : particularly relevant if combined with another document of the same category A : technological background O : non-written disclosure P : intermediate document</div><div>T : theory or principle underlying the invention E : earlier patent document, but published on, or after the filing date D : document cited in the application L : document cited for other reasons ----- &amp; : member of the same patent family, corresponding document</div></div>			